



RAPPORT LNR 5528-2008

## Resipientundersøkelser i Ballangsfjorden 2007.

Bløtbunnsfauna og metaller i  
vann, bunnsedimenter, tang,  
blåskjell og fisk.



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 2218 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

<b>Tittel</b> Resipientundersøkelser i Ballangsfjorden 2007. Bløtbunnsfauna og metaller i vann, bunnsedimenter, tang, blåskjell og fisk.	<b>Løpenr. (for bestilling)</b> 5528-2008	<b>Dato</b> 14/02-2008
	<b>Prosjektnr. Undernr.</b> O-27082	<b>Sider Pris</b> 93
<b>Forfatter(e)</b> John Arthur Berge Brage Rygg Bent Barman Skaare Merete Schøyen	<b>Fagområde</b> Miljøgifter marint	<b>Distribusjon</b> Fri
	<b>Geografisk område</b> Nordland	<b>Trykket</b> NIVA

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Nikkel og Olivin A/S.	<b>Oppdragsreferanse</b> Anders Forsgren
--	---


**Sammendrag**

Nikkel og Olivin A/S (N&O) nedla sin gruveaktivitet på Arnesfjellet i 2002. Det foreligger et pålegg fra miljømyndighetene om å gjennomføre en avsluttende resipientundersøkelse i Ballangsfjorden. Resultatet fra den undersøkelsen presenteres i denne rapporten. Undersøkelsen omfattet analyse av metaller i sjøvann, sediment, grisetang, blåskjell og fisk, samt forekomst av bløtbunnsfauna. For alle fagelementene har målsetningen vært å karakterisere dagens tilstand i fjorden samt å avdekke eventuelle trender i utviklingen i miljøtilstanden siden tidligere undersøkelser. Det har også vært viktig å avklare om det er sider ved forurensningssituasjonen i fjorden som kan knyttes til den tidligere virksomheten til N&O og som samtidig er begrensende for allmennhetens normale bruk av fjordområdet. Resultatene fra undersøkelsene viser med noen unntak (metaller i grisetang) en forbedret miljøtilstand i Ballangsfjorden i forhold til undersøkelser gjennomført i 1997 (bløtbunnsundersøkelser og metaller i vann, sedimenter og grisetang) og i 2000 (metaller i blåskjell og fisk). Undersøkelsene viste imidlertid fremdeles klare spor av den tidligere gruveaktiviteten til både Bjørkåsen gruver og N&O. Foreløpige vurderinger tyder på at det ikke er spesielle problemer knyttet til konsum av fisk fra fjorden.

<b>Fire norske emneord</b> 1. Gruveavgang 2. Sjøvann 3. Sediment 4. Biota	<b>Fire engelske emneord</b> 1. Mining tailings 2. Sea water 3. Sediment 4. Biota
---	---



*John Arthur Berge*  
Prosjektleder



*Kristoffer Næs*  
Forskningsleder  
ISBN 978-82-577-5263-7



*Jarle Nygard*  
Fag- og markedsdirektør

**Resipientundersøkelser i Ballangsfjorden 2007.**  
Bløtbunnsfauna og metaller i vann, bunnsedimenter,  
tang, blåskjell og fisk

## Forord

*Nikkel og Olivin A/S (N&O) nedla sin gruveaktivitet på Arnesfjellet i 2002. Med dette opphørte også deponeringen av avgangen på Ballangsleira. N&O eies nå av Boliden som planlegger å avslutte sitt engasjement i Ballangen ved å avvikle N&O. Det foreligger imidlertid et pålegg fra miljømyndighetene om å gjennomføre en avsluttende resipientundersøkelse i Ballangsfjorden før alle forpliktelser eventuelt kan opphøre.*

*NIVA har i et programforslag datert 02. februar 2007 kommet med et utkast til slike resipientundersøkelser. Programforslaget ble utarbeidet etter korrespondanse med Anders Forsgren hos Boliden.*

*I en bestilling datert 9. februar 2007 bekreftet Nikkel og Olivin A/S at NIVA engasjeres til å gjennomføre resipientundersøkelsen. Undersøkelsen har hatt følgende fagelementer:*

*Vannkjemi  
Metaller i sedimenter  
Forekomst av bløtbunnsfauna  
Metaller i tang  
Metaller i blåskjell  
Metaller i fisk.*

*Innsamlingen av sedimenter og vannprøver ble foretatt av Bent Barmen Skaare og John Arthur Berge med lokal assistanse av fisker Ernst Hansen og T. Wikstrøm. Under innsamlingen ble sjarken til Ernst Hansen benyttet. Innsamlingen av fisk, alger og de fleste av blåskjellprøvene ble foretatt av Ernst Hansen og T. Wikstrøm. Bestemmelsen av bløtbunnsfauna er gjort av Pirkko og Brage Rygg. Alle de kjemiske analysene med unntak av arsen i vann er gjort på NIVAs laboratorium. Arsenanalysene på sjøvannsprøvene ble gjort av ALS Analytica.*

*Bent Barmen Skaare har hatt ansvaret for rapportering av de vannkjemiske undersøkelsene og Brage Rygg for undersøkelsene av bløtbunnsfauna. Rapportering av de øvrige fagelementene samt sammenstilling av rapporten er gjort av undertegnede.*

*Prosjektleder på NIVA har vært John Arthur Berge.*

*Kontaktpersoner hos Boliden har vært Anders Forsgren og Kalervo Brannare.*

*Oslo, 14. februar 2008*

*John Arthur Berge*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>9</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>12</b>
<b>2. Materiale og metode</b>	<b>15</b>
2.1 Metaller og suspendert materiale i sjøvann	15
2.2 Metaller og organisk karbon i bunnsedimenter	16
2.3 Bløtbunnsfauna	17
2.4 Metaller i grisetang	19
2.5 Metaller i blåskjell	20
2.6 Metaller i fisk	22
<b>3. Resultater og diskusjon</b>	<b>24</b>
3.1 Suspendert materiale i sjøvann og metaller	24
3.1.1 Metaller i overflatevann	24
3.1.2 Metaller i vann fra 15m dyp	26
3.1.3 Metaller i bunnvann	28
3.1.4 Samlet vurdering - metaller i vann	29
3.2 Metaller og organisk karbon i bunnsedimenter	33
3.2.1 Samlet vurdering - metaller i sedimenter	41
3.3 Bløtbunnsfauna	43
3.3.1 Samlet vurdering - bløtbunnsfauna	46
3.4 Metaller i grisetang	46
3.4.1 Samlet vurdering - metaller i grisetang	53
3.5 Metaller og arsen i blåskjell	54
3.6 Metaller og arsen i filet av torsk, rødspette og sandflyndre	57
3.6.1 Metaller og arsen i lever av torsk	60
3.7 Spiselighet	63

---

<b>4. Referanser</b>	<b>65</b>
<b>5. Vedlegg</b>	<b>66</b>
<b>Vedlegg A. Lengde og vekt av torsk</b>	<b>67</b>
<b>Vedlegg B. Lengde og vekt av sandflyndre</b>	<b>69</b>
<b>Vedlegg C. Lengde og vekt av rødspette</b>	<b>70</b>
<b>Vedlegg D. Rådata sjøvannsprøver</b>	<b>71</b>
<b>Vedlegg E. Rådata sediment</b>	<b>72</b>
<b>Vedlegg F. Rådata bløtbunnsfauna</b>	<b>73</b>
<b>Vedlegg G. Rådata grisetang</b>	<b>91</b>
<b>Vedlegg H. Rådata blåskjell</b>	<b>92</b>
<b>Vedlegg I. Rådata fisk</b>	<b>93</b>

---

## Sammendrag

Nikkel og Olivin A/S (N&O) nedla sin gruveaktivitet på Arnesfjellet i 2002. Med dette opphørte også deponeringen av avgangen på Ballangseira. Det foreligger et pålegg fra miljømyndighetene om å gjennomføre en avsluttende resipientundersøkelse i Ballangsfjorden. I denne rapporten presenteres resultatene fra resipientundersøkelsen foretatt i 2007. Undersøkelsen hadde følgende fagelementer: Metaller i sjøvann, sediment, tang, blåskjell og fisk, samt forekomst av bløtbunnsfauna. Alle fagelementene har inngått i tidligere undersøkelser i Ballangsfjorden. For alle fagelementene har målsetningen vært å karakterisere dagens tilstand i fjorden, avdekke eventuelle trender i utviklingen i miljøtilstanden siden tidligere undersøkelser. Det har også vært viktig å avklare om det er sider ved forurensningssituasjonen i fjorden som kan knyttes til den tidligere virksomheten til N&O og som samtidig er begrensende for allmennhetens normale bruk av fjordområdet.

**Metaller i sjøvann:** Det er i hovedsak lave konsentrasjoner av metaller i vannet i Ballangsfjorden. Enkelte prøver var likevel markert forurensset av nikkel (Ni) og sink (Zn) og moderat forurensset av bly (Pb) og kobber (Cu). De høyeste observerte verdier av arsen (As) og kadmium lå imidlertid innenfor det som anses som bakgrunnskonsentrasjoner (ubetydelig - lite forurensset). Med unntak for sink så er maksimalkonsentrasjonene som ble observert i vannprøver fra 2007 redusert eller i samme nivå som det som ble registrert i 1997. Spesielt stor var reduksjonen av kobberkonsentrasjonen i overflatevannet på de to stasjonene nærmest Ballangseira. Også blykonsentrasjonen har gått kraftig ned i bunnvannet på to stasjoner nær deponiet på Fornes. For sink derimot har det vært en økning på flertallet av stasjonene. Arsen og kadmium opptrer med lave og jevne konsentrasjoner utover i Ballangsfjorden. Bly og kobber derimot viser synkende konsentrasjoner utover i fjorden. Dette kan tyde på at avgangen fra Bjørkåsen gruver i Ballangseiraområdet fremdeles er den viktigste kilden for disse metallene. For nikkel og sink er de høyeste konsentrasjonene observert noe lenger ut i fjorden. For nikkel ble det i en overflateprøve tatt utenfor deponiet på Fornes observert en konsentrasjon som ligger markant høyere enn de øvrige registreringene. Høye verdier av sink ble også observert utenfor Fornes og lenger utover i fjorden. Resultatene kan tyde på at deponiet på Fornes er hovedkilden for disse metallene i Ballangsfjorden. For nikkel kan imidlertid de høye konsentrasjonene som er observert i Arneselva også være en medvirkende kilde. Resultatene tyder uansett på at deponiet på Ballangseira ikke er noen hovedkilde for spredning av nikkel i resipienten. Det var ingen korrelasjon mellom de enkelte metallene og totalt suspendert materiale i vannprøvene. Det virker dermed som om metallene som observeres i vannet i Ballangsfjorden i hovedsak blir tilført i løst form.

**Metaller i overflatesediment:** For metallene kadmium, bly, kobber, sink og arsen ble det observert avtagende konsentrasjoner utover i Ballangsfjorden, mens en for metallene nikkel, kobolt og krom observerte en tydelig topp ved deponiet på Fornes. For metallene bly, sink, kobber, kadmium og arsen var konsentrasjonene i 2007 redusert i de indre 3-5 km av Ballangsfjorden i forhold til tidligere år. Sediment fra de ytre stasjonen hadde endret seg relativt lite for alle de analyserte metallene. Selv om konsentrasjonen av en del metaller i 2007 var redusert i de indre deler av fjorden i forhold til tidligere år, så kunne en fremdeles observere nivåer som karakteriseres som sterkt forurensset. I 2007 ble dette observert for kobber nærmest Ballangseira. Sedimentet nærmest Ballangseira var i 2007 i tillegg markert forurensset med bly og sink. Også nikkel-konsentrasjonen kvalifiserte for betegnelsen markert forurensset, men da bare på stasjonen utenfor deponiet på Fornes. Resultatene fra analyse av kobolt, krom og kadmium på prøvene fra 2007 viste relativt lave verdier (lite til moderat forurensset) på alle stasjoner.

De relativt høye verdier av bly, kobber og sink viser at overflatesedimentene i fjordbunnen fremdeles er sterkt påvirket av avgangen fra Bjørkåsen gruve, selv om påvirkningen i forhold til 1997 er noe mindre. Påvirkningen fra nikkel, krom og kobolt ser imidlertid ut til å være størst ved Fornes. Nikkel-

konsentrasjonene har endret seg relativt lite de siste 10 år og betyr trolig at Ballangsfjorden (særlig området ved Fornes) fremdeles tilføres partikler med et relativt høyt innhold av nikkel.

Nedgangen i konsentrasjonen av kobber, bly og sink, muligens også kadmium i sedimentet på de innerste stasjoner og den relativt konstante konsentrasjonen av nikkel tyder på at de partikler som de senere år er tilført fjordbunnen nå hovedsakelig består av avgang fra Nikkel og Olivin A/S. En slik transport vil gi en fortykning av de metaller som er mer fremtredende i avgangen fra Bjørkåsen gruve (eksempelvis kobber, sink, bly) og at metaller som er typiske for avgangen fra Nikkel og Olivin A/S holder seg mer konstant.

**Bløtbunnsfauna:** Bløtbunnsfaunaen vil påvirkes av bunnsedimentene den lever på og i, og reflekterer på denne måten kvaliteten på sedimentene og vannet umiddelbart over dette. Bløtbunnsamfunnet på alle fire stasjoner var påvirket i 1997, men viste tydelige forbedringer i form av øket arts mangfold. Spesielt stor var forbedringen ved stasjonen utenfor deponiet på Fornes, men forbedringen var relativt liten på den innerste stasjonen ved Ballangseira. På de 2 ytre stasjonene (BA3 og BA4) ble det registrert en nokså kraftig forverring fra 1989 til 1997. Resultatene fra 2007 viser at denne negative utviklingen hadde stoppet opp og også var reversert. Faunatilstanden på de to ytre stasjonene var likevel ikke like god som i 1989 da gruvevirksomheten til Nikkel og Olivin A/S var i sin startfase. På de to innerste stasjonene var det en bedring i faunatilstanden både fra 1989 til 1997 og fra 1997 til 2007. Trolig var forbedringen i betydelig grad forårsaket av en redusert påvirkning fra den gamle avgangen tilhørende Bjørkåsen gruver. Resultatene fra foreliggende undersøkelse tyder dermed på at belastningseffektene på sedimentene i Ballangsfjorden frem mot 2007 er reversert i forhold til det som var tilfelle for 10 år siden.

**Metaller i grisetang:** Grisetang lever i overflatelaget og blir påvirket av løste metaller i vannet der. I forhold til undersøkelsene i 1997 viser resultatene fra 2007 en tendens til økende konsentrasjoner for arsen, kobber, bly og sink. For arsen og sink er økningen u dramatisk siden nivåene som er observert fremdeles er relativt lave. For bly og kobber er situasjonen mer bekymringsfull siden nivåene som er observert er relativt høye. Den største økningen ble observert innerst i fjorden. På de ytterste stasjonene var det nesten ingen økning. Konsentrasjonene av kadmium, kobolt, nikkel og krom (unntatt en stasjon nær Fornes) har gått ned eller ligger i samme nivå som 10 år før. Resultatene tyder på at miljøtilstanden relatert til metaller totalt sett ikke har endret seg i ytre del av fjorden, mens den på bakgrunn av grisetangresultatene er blitt noe forverret i den indre del. Resultatene tyder på en lokal, moderat, men økende påvirkning fra utlekking av løste metaller innerst i fjordbunnen. Denne påvirkningen var såpass betydelig at grisetang fra enkelte stasjoner i indre område (ut til ca 3 km) kunne karakteriseres som markert forurenset med kobber og for en stasjon på steinfyllingen rundt deponiet på Ballangseira også med bly. For enkelte metaller (kobolt, krom, kobber, nikkel) kunne en også spore en viss påvirkning i området rundt Fornes.

**Metaller i blåskjell:** Metallkonsentrasjonene var i hovedsak lave i prøvene innsamlet i 2007. I følge SFTs klassifisering kunne områdene der skjellene ble innsamlet klassifiseres som ubetydelig til moderat forurenset med metaller. Konsentrasjonen av kobber og kadmium lå på alle stasjoner innenfor det som anses som bakgrunnsnivå (dvs. ubetydelig-lite forurenset), men også for disse to metaller ble de laveste konsentrasjonene observert på den ytre stasjonen mens det var noe høyere verdier på stasjonene nær Ballangseira. Konsentrasjonen av bly var omtrent den samme i skjell innsamlet i 2007 som i 1997. Konsentrasjonen av bly i skjell fra de to innerste stasjonene på selve fyllingen rundt deponiet på Ballangseira var klart høyere enn stasjonene lenger ut og kunne karakteriseres som moderat forurenset. Konsentrasjonen av arsen varierte lite med avstanden fra deponiet på Ballangseira. Konsentrasjonen av arsen hadde imidlertid øket en del i forhold til det som ble observert i 1997. Totalt sett tyder resultatene på en noe større tilgjengelighet av metaller i innerste del av fjorden enn lenger ut. Det må imidlertid presiseres at selv på den innerste stasjonen var metalleksponeringen ikke større enn at området i verste fall kunne karakteriseres som moderat forurenset.



Blåskjellresultatene kunne ikke bekrefte den økende bly- og kobberpåvirkningen som ble observert i grisetang innerst i Ballangsfjorden.

**Metaller i fisk:** Det ble i filet av fisk fra begge innsamlingsområder i hovedsak observert lave metallkonsentrasjoner. For metallene kadmium, kobber og til dels nikkel ble det i 2007 observert omtrent de samme konsentrasjonene som i 2000 eller en nedgang fra det nivået som allerede i 2000 i hovedsak var lavt. Relativt sett var nedgangen i konsentrasjon for disse tre metallene størst i torskelever. Konsentrasjonen av arsen hadde imidlertid øket i alle fiskeslag på alle stasjoner. Selv om nivåene av arsen hadde øket så kunne de i hovedsak karakteriseres som lave.

Konsentrasjonen av Hg i torskefilet fra begge stasjoner hadde også øket noe fra 2000 til 2007 slik at nivået i 2007 lå 1,6-1,7 ganger over antatt bakgrunnsnivå. Konsentrasjonen av Hg i sandflyndre fra den ytre stasjonen lå i 2000 ca 2.5 ganger over bakgrunnskonsentrasjonen, men var i 2007 redusert til 1,5 ganger denne konsentrasjonen. Totalt sett, men med noen få unntak, synes det ikke å opptre vesentlig forhøyede konsentrasjoner av metaller i fiskefilet fra fisk innfanget i Ballangsfjorden. Alle metall- og arsen-konsentrasjoner observert i torskelever lå lavere enn eller nær antatt bakgrunnsnivå.

**Spiselighet:** Det er gjennomført noen enkle og foreløpige betraktninger relatert til kostholdsråd. Det må imidlertid presiseres at selve risikovurderingen og utarbeidelsen av eventuelle nye kostholdsråd gjøres av Mattilsynet og Vitenskapskomiteen for mattrygghet og ikke av NIVA. For å illustrere betydningen av de observerte konsentrasjoner i skjell og fisk fra Ballangsfjorden for spiselighet er det for relevante metaller beregnet hvor mye en person på 60 kg kan konsumere før anbefalt tolerabelt livslangt ukentlig inntak (PTWI) og tolerabelt daglig inntak (PMTDI) nås.

Beregningene viser at det er arsen-innholdet og Hg-innholdet som er de forbindelser/vev som tillater lavest konsum før grenseverdiene for konsum nås (As: 0,1-1 kg/dag, Hg:0,6-1,9 kg/uke). For bly, kadmium og kobber tillates et klart høyere konsum (Pb i fisk:50-75 kg/uke, bly i blåskjell:1kg/uke, kadmium i fisk:10-420 kg/uke, kadmium i blåskjell:0,3 kg/uke, kobber: 3-75 kg/dag). Hg-innholdet og den relativt lave PTWI-verdien gjør at en ukentlig kan spise relativt lite torsk- og sandflyndrefilet før tolerabelt livslangt ukentlig inntak overskrides. Alle observerte konsentrasjoner av total mengde Hg ligger imidlertid under EUs øvre grense for mattrygghet som for torsk er 0,5 µg/g v.v. I det store og hele tyder resultatene fra analyse av fisk i Ballangsfjorden ikke på at det er spesielle problemer knyttet til konsum av fisk fra fjorden.

## Summary

Title: Environmental investigations in the Ballangsfjord 2007. Soft bottom macrofauna and metals in seawater, sediments, knotted wrack, blue mussels and fish.

Year: 2008.

Author: John Arthur Berge, Brage Rygg, Bent Barman Skaare and Merete Schøyen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5263-7

In 2002 Nikkel and Olivin A/S (N&O) stopped the mining activity at the Arnesfjellet and thereby also terminated the deposition of the tailings at the waste disposal site at Ballangsløira. The environmental authorities have required that N&O must carry out an environmental investigation of the recipient in the Ballangsfjord. The results from this investigation performed in 2007 are presented in this report. The investigation consisted of the following elements: metals in seawater, sediments, seaweed, blue mussels, fish, and also the biodiversity of soft bottom fauna. All these elements have been a part of previous environmental investigations in the Ballangsfjord. The purpose of the present investigation has been to characterize situation in the fjord and point out possible trends in the state of the environment since the previous investigations. It has also been of importance to establish whether there are any aspects of the pollution situation in the fjord that can be linked to the mining activity of N&O and at the same time limit the general use of the fjord area.

**Metals in seawater:** Generally, there are low concentrations of metals in the water of the Ballangsfjord. Some samples were still markedly polluted with nickel and zinc and moderately polluted by lead and copper. However, the highest observed values of arsenic and cadmium lie within the background concentrations (insignificantly polluted). Except for zinc, the maximum concentrations observed in the water samples in 2007 were reduced or at the same levels as compared to the concentrations observed in 1997. The decrease in the copper concentration was especially large in the surface at the two stations nearest the Ballangsløira. Also the lead concentration shows a significant decrease in the bottom water at the two stations near the waste disposal site at Fornes. The concentration of zinc has on the other hand increased at most stations. Arsenic and cadmium appear at low and similar concentrations outward the Ballangsfjord. The concentrations of lead and copper are decreasing outward the fjord. This may indicate that the Bjørkåsen mines in the Ballangsfjord area still are the most important source for these metals. The highest concentrations of nickel and zinc are observed a bit further out in the fjord. A surface sample of nickel sampled outside the disposal site of Fornes showed the highest concentration. High concentrations of zinc were also observed outside Fornes and further out the fjord. The results may indicate that the waste disposal site at Fornes is the main source of these metals in the Ballangsfjord. The high concentrations of nickel that are observed in the river Arneselva can be a contributing source. The results indicate that the waste disposal site at the Ballangsløira can not be the main source of dispersion of nickel in the recipient. There were no correlation between the individual metals and total suspended material in the water samples. It seems like the metals that are observed in the water in the Ballangsfjord principally are supplied in dissolved condition.

**Metals in surface sediments:** Outwards the Ballangsfjord decreasing concentrations of the metals cadmium, lead, copper, zinc and arsenic were observed. However, the concentrations of nickel, cobalt and chromium clearly peaked outside the waste disposal site at Fornes. The concentrations of lead, zinc, copper, cadmium and arsenic in 2007 were reduced in the inner 3-5 km part of the Ballangsfjord as compared to earlier years whereas sediments from the outer stations showed relatively small changes for all the metals analysed. Even if the concentrations of a number of metals in 2007 were reduced in the inner part of the fjord as compared to earlier years, severely/ strongly polluted levels were observed. The sediments closest to Ballangsløira were in 2007 strongly polluted with copper and markedly polluted with lead and zinc. The concentration of nickel outside Fornes was also markedly

polluted. The results from the analyses of cobalt, chromium and cadmium in the 2007-samples showed relatively low concentrations (little to moderately pollute) at all stations.

The relatively high values of lead, copper and zinc show that the surface sediments in the fjord still are influenced by Bjørkåsen mine even though the influence as compared to 1997 has decreased. The influence of nickel, chromium and cobalt seems to be greater at Fornes. The nickel-concentrations show relatively small changes the last 10 years showing that the Ballangsfjord (especially the area near Fornes) still are supplied particles with relative high content of nickel.

The decrease of copper, lead and zinc-concentrations, and possibly also cadmium, in sediments at the inner stations, and the relative constant concentration of nickel, indicate that the particles supplied to the bottom layer in the fiord mainly consists of mine tailings from N&O. This transportation will dilute the most apparent metals in the mine tailings from the mine of Bjørkåsen (for example copper, zinc, lead) and the metals that are typical for the mine tailings from N&O will be kept more at a constant level.

**Soft bottom fauna:** The soft bottom fauna will be influenced by the bottom sediments witch they live in and thereby reflect the quality of the sediments and the water immediately above. The soft bottom fauna at all four stations in 1997 were influenced by mine tailings, but showed a considerably improvement in 2007 by increased biodiversity. This was observed most clearly at the station outside Fornes. On the other hand, the improvement was relatively small at the inner station near the Ballangslaira. At the two outermost stations (BA3 and BA4) a worsening of the conditions was observed between 1989 and 1997. The results from 2007 shows that this negative trend had stopped and even reversed compared to previous findings. However, the state of the fauna at the two outermost stations was still not as good as in 1989 when the mine activity of N&O was in its initial phase. At the two inner stations the state of fauna improved from 1989 to 1997 and from 1997 to 2007. The improvement was presumably caused by the decreased influence from the mine tailings from the mines of Bjørkåsen. The results from this investigation show that the negative effects observed in the Ballangsfjord 10 years now have improved.

**Metals in knotted wrack:** Knotted wrack lives in the surface layer and is influenced by dissolved metals in the water. The results for 2007 show increasing concentrations of arsenic, copper, lead and zinc as compared to the investigations for 1997. The increase of arsenic and zinc is not dramatic since the observed levels are relative low. The lead and copper levels are relative high and give rise to concern. The highest increase was observed in the innermost part of the fjord, but there were almost no increase at the outermost stations. The concentrations of cadmium, cobalt, nickel and chromium (except one station near Fornes) showed a decrease or were at the same level as 10 years ago. The results from the metal analysis of knotted wrack indicated that the environmental conditions has not changed much in the outer part but is somewhat worse in the inner part. The results indicate a local, moderate, and increasing influence from metals in the inner part of the fjord. This influence was considerable for the knotted wreck from some stations in the inner part (out 3 km) and the alga could be characterised as markedly polluted by copper. A similar high degree of influence was also observed for lead at one station at the enrockment around the disposal site at the Ballangslaira. For some metals (cobalt, chromium, copper, nickel) an influence from the area around Fornes could be observed.

**Metals in blue mussels:** The concentrations of metals were generally low for the 2007-samples. The area where the mussels were sampled could according to the classification system implemented by Norwegian Pollution Control Authority (SFT) be classified as little to moderately pollute by metals. All the stations had copper and cadmium concentrations within the background level (insignificantly polluted). The lowest concentrations of these two metals were also found at the outermost station. There were some higher values at the stations near the Ballangslaira. The lead-concentration was almost the same in 2007 as in 1997. The lead-concentration in mussels from the two inner stations near the disposal site at the Ballangslaira was characterized as moderately polluted and was higher

than the outer stations. The arsenic-concentration varied little with distance to the disposal site at the Ballangsløira. The concentration of arsenic had increased since 1997. Totally, the results indicate higher availability of metals in the inner part of the fjord as compared to further out. Even at the inner stations the exposure of metals could in the worst case be classified as moderately polluted. The results of the blue mussels could not confirm the increasing lead- and copper exposure that was observed in knotted wrack in the inner part of the Ballangsfjord.

**Metals in fish:** The concentrations of metals in the fillet of fish in both sampling areas were mainly low. The concentrations observed for the metals cadmium, copper and partly nickel were at similar or even lower levels as compared to the low concentrations already observed in 2000. The relative decrease in concentration for these metals was highest in the cod-liver. The arsenic-concentration had increased for all fish species at all stations. The observed arsenic-concentrations were interpreted to be below or at what can be considered the background concentration. The mercury-concentration in cod fillet from both stations had increased somewhat from 2000 to 2007 and the concentration in 2007 was 1.6 to 1.7 times the background concentration. The mercury-concentration in dab from the outer station was in 2000 about 2.5 times the background concentration, but was in 2007 reduced to 1.5 times the background concentration. Totally, with a few exceptions, it seemed to be no increase concentrations of metals in fish fillet from fish caught in the Ballangsfjord. All metals- and arsenic-concentrations observed in fish liver were lower or near the assumed background level.

**Edibility:** Some simple and temporary considerations related to the edibility and dietetically advice has been carried out. However, it must be emphasized that such risk evaluation is normally carried out by the Norwegian Food Safety Authority (Mattilsynet) and Scientific committee for safety food (Vitenskapskomiteen for mattrygghet) and not by NIVA. To illustrate what our findings mean in terms edibility of mussels and fish from Ballangen we have done some estimates of how much a person weighing 60 kg can consume before recommended and tolerably lifelong weekly intake (PTWI) and tolerably daily intake (PMTDI) of metals are reached.

The calculations show that the arsenic-content and mercury-content in the tissue permits the lowest consumption before the advised limit value is met (arsenic: 0.1-1 kg/day, mercury: 0.6-1.9 kg/week). A higher consumption is tolerated for lead, cadmium and copper (lead in fish: 50-75 kg/week, lead in blue mussels: 1 kg/week, cadmium in fish: 10-420 kg/week, cadmium in blue mussel: 0.3 kg/week, copper: 3-75 kg/day). Because of the mercury-content and the relative low PTWI-value, the weekly rations for fillet from cod and dab are relatively small before the limit for tolerably lifelong weekly intake is exceeded. All concentrations observed for total amount of mercury do however lie below the upper limits for food safety given by the European Union, which for cod is 0.5 µg/g w.w. In general, the results from analyses of fish in the Ballangsfjord indicate no specific problems regarding consuming fish from the fjord.

# 1. Innledning

Gruvedriften til Nikkel og Olivin A/S i Ballangen ble avviklet i 2002. Gruveområdet ligger ved Ballangsfjorden, en mindre fjordarm til Ofotfjorden.

Gruvedriften ved Ballangsfjorden kan deles i to faser:

- Bjorkåsen gruver (BG): Bjorkåsen Gruver drev (fra 1917 til 1964) utvinning av svovelkis i området. Det var hovedsakelig kobber (Cu), sink (Zn) og jern (Fe) som fulgte svovelkisen, men med spor av andre stoffer som kobolt (Co), nikkel (Ni) og arsen (As). Det meste av avgangen fra Bjorkåsen ble sluppet ut i Kisbekken og dermed deponert innerst i fjorden på Ballangseira. Mesteparten av dette er nå tildekket av deponiet som Nikkel og Olivin A/S har anlagt på Ballangseira. En del avgang fra BG ligger imidlertid trolig fremdeles i terrenget langs Kisbekkens elvebredder. Avgangen fra Bjorkåsen gruver inneholdt i størrelsesorden 20-50 ganger mer bly (Pb), Cu og Zn, men langt mindre Ni (ca 30 ganger) enn tilsvarende fra Nikkel og Olivin A/S (Berge et al. 1998).
- Nikkel og Olivin A/S (N&O) startet i 1989 produksjon av nikkelkonsentrat fra Bruvannsfeltet i Arnesfjellet og avsluttet produksjonen i 2002 pga. manglende forekomst av råstoff. Olivinen som benyttes i produksjonen er et magnesiumferrosilikat. Nikkelkonsentratet som ble produsert inneholdt ca. 10 % nikkel (Ni), 3,5 % kobber (Cu) og 0,5 % kobolt (Co) (Iversen et al. 1990).

I forbindelse med gruvedriften til N&O er det anlagt 2 deponier i Ballangsfjorden.

Det første deponiet på Fornesodden ble fullt etter et par års drift og dermed avsluttet. Fra 1991 har Nikkel og Olivin A/S derfor deponert avgang på Ballangseira og hele indre del av fjorden ut til marbakken er fylt ut. Overløp fra deponiet har gått til fjorden. Også deponiet på Ballangseira ligger i strandsonen. Dette er bygget med tette damvegger og hele deponiet er nå overdekket med myrjord og tilsådd. Enkelte sår i overdekkingen har imidlertid vært registrert og kan ha gitt en viss sandflukt. Store deler av indre Ballangsfjorden er påvirket av avgangsmasser fra den tidligere driften av Bjorkåsen gruver som frem til 1965 lot avgangen fra oppredningsverket gå i Tverrelva. Deponiene til Nikkel og Olivin A/S dekker imidlertid store deler av disse massene i dag. perioden.

- Tidligere resipientundersøkelser. Siden oppstart av virksomheten i 1989 har Nikkel og Olivin A/S fått gjennomført fem resipientundersøkelser i selve Ballangsfjorden. En tabellarisk oppstilling av hvilke resipientundersøkelser som er gjennomført i Ballangsfjorden ses i **Tabell 1**.

Den første ble utført av NIVA i 1989 (Helland og Rygg, 1991) og omfattet undersøkelser av bunnsedimenter, bløtbunnsfauna, vannkjemi og metaller i tang. De to neste ble utført i 1991 og 1993 av henholdsvis NIVA og Det Norske Veritas Industry A/S (Helland 1992, Nøland og Beck, 1994). Disse undersøkelsene omfattet vannkjemi og metaller i tang. Den fjerde ble gjennomført i 1997 (Berge et al., 1998) og omfattet vannkvalitet, bunnsedimenter, bløtbunnsfauna og metaller i tang. Undersøkelsene fra 1997 etter 8 års gruvedrift tydet på en økende effekt på miljøet fra gruvedriften i Ballangsfjorden. Den indre del av fjorden var meget sterkt (overflatevann) til sterkt forurensset (sediment) med metaller og det var bly (Pb), kobber (Cu) og nikkel (Ni) som bidrog mest til den dårlige miljøtilstanden. I vann, sediment og grisetang ble det observert en avtagende forurensningsgrad fra deponiet på Ballangseira innerst i fjorden og ut til Ofotfjorden. Overflatevannet innerst i fjorden (< 3 km fra deponiet) inneholdt i 1997 vesentlig mer Ni og Cu enn de øvrige år og skyldes i hovedsak deponeringen av gruveslam på Ballangseira. Sedimentet på de innerste stasjoner inneholdt vesentlig mer Ni i 1997 enn i 1989. Konsentrasjonen av Cu, Pb, sink (Zn) og kadmium (Cd) i sedimentet var derimot i 1997 lavere eller i samme nivå som i 1989. For Ni og kobolt (Co) i sediment ble det observert en lokal konsentrasjonsøkning ca. 3 km ut i fjorden. En økning i Ni-konsentrasjonen

(og andre metaller) ble også observert i bunnvann ca. 3 km ut i fjorden. Deponiet ved Fornes fremstod den gang som en sekundær kilde til metallpåvirkning av sediment. Sammensetningen av bløtbunnsfaunaen tydet den gang på en øket geografisk utbredelse av belastningseffektene mot Ofotfjorden siden 1989. Innholdet av metallene arsen (As), Cd, Cr, Pb og Zn i grisetang var i 1997 lavt, som ved tidligere undersøkelser. Innholdet av metallene Co, Ni og Cu i tang var lavt på stasjoner ytterst i fjorden, mens stasjoner innerst hadde noe høyere konsentrasjoner (moderat til markert forurensset). Analysene av grisetang tyder på svakt økende metallkonsentrasjoner, sannsynligvis forårsaket av påvirkning fra begge deponier (Ballangsfjorden, Fornes). Samlet tydet undersøkelsene i 1997 på en økende effekt på miljøet fra gruvedriften til Nikkel og Olivin A/S mens effekter knyttet til tidligere utslipp fra Bjørkåsen gruve var noe redusert.

På bakgrunn av resultatene fra undersøkelsene i 1997 ble det i 2000 gjennomført en femte resipientundersøkelse (Berge et al. 2001) med målsetning om å avklare i hvilken grad gruvedriften førte til effekter på fisk og skjell i området og om dette i tilfelle kunne ha betydning for bruken av fjordområdet. En av hovedkonklusjonene etter denne undersøkelsen var at gruvedriften til Nikkel og Olivin A/S ikke forårsaket vesentlig forhøyede nivåer av metaller i fisk og blåskjell fra Ballangsfjorden og det syntes lite trolig at de observerte metallkonsentrasjonene kunne ha særlig betydning for bruken av spiselige ressurser i fjorden.

I tillegg til gruvedrift finnes også en annen potensiell lokal kilde til forurensning. Dette er dumpfeltet for ammunisjon og annet militært utstyr i Ofotfjorden.

Gruvedriften til N&O har opphørt og gruva er avstengt. Ballangen Aggregates AS driver imidlertid noe uttak av Noritt fra dagbrudd i Arnesfjellet. Dette knuses i det tidligere knuseverket til N&O og grusen ment å skipes ut fra Fornes. Utlekkings tester viser at noritten har et svakt utlekkingspotensiale for arsen, mens kobber- og nikkelkonsentrasjonene lå under deteksjonsgrensen (Andersen et al. 2004).

Det er observert høye konsentrasjoner av nikkel i Arneselva (Iversen 2007) som trolig stammer fra løsmasser i nedbørsfeltet. Arneselva er derfor også en kilde for tilførsler av nikkel til Ballangsfjorden. Fra 1994 til 2002 har en imidlertid kun avrenningstall for deponi og gruvevann. Etter 2004 har en også beregnet tilførsler til fjorden via Arneselva. I 2002 stoppet utslippet fra deponering og gruvevann. Høsten 2004 fikk den vannfylte gruva et overløp som gikk til Arneselva og fra 2004 gjelder utslippsberegningene som er gjort av NIVA (se Miljøstatus i Norge) kun tilførsler via Arneselva (overløp fra gruva + overflateavrenning). De årlige samlede beregnede utslipp av nikkel til Ballangsfjorden var i perioden 1994-2003 fra 100 til 1000 kg/år, mens det i perioden 2004-2006 var 2063-4200 kg/år. Den tilsynelatende økningen skyldes i hovedsak at en fra 2004 også inkluderte overflateavrenning til Arneselva. Da gruva ble nedlagt opphørte utslipp av gruvevann under drift som inneholdt en del arsen. Arsen-utslippene gikk derfor ned og lå i perioden 2004-2006 på 19-27 kg/år, mens det tidligere (1993-2003) lå i intervallet 270-500 kg/år (Miljøstatus i Norge).

**Tabell 1.** Tabell som viser en oversikt over de typer resipientundersøkelser som er gjennomført i Ballangsfjorden knyttet til gruvevirksomheten til Nikkel og Olivin A/S i perioden 1989-2000.

Årstall	Vannkjemi	Miljøgifter i sedimenter	Bløtbunns- fauna	Metaller i tang	Metaller i blåskjell	Metaller etc. i fisk
1989 <sup>1</sup>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
1991 <sup>2</sup>	<b>X</b>			<b>X</b>		
1993 <sup>3</sup>	<b>X</b>			<b>X</b>		
1997 <sup>4</sup>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
2000 <sup>5</sup>					<b>X</b>	<b>X</b>

<sup>1)</sup>Helland og Rygg, 1991

<sup>2)</sup>Helland 1992

<sup>3)</sup>Nøland og Beck, 1994

<sup>4)</sup>Berge et al. 1998

<sup>5)</sup>Berge et al. 2001

I denne rapporten presenteres resultatene fra resipientundersøkelsen foretatt i 2007. Undersøkelsen hadde følgende fagelementer:

Vannkjemi

Metaller i sedimenter

Forekomst av bløtbunnsfauna

Metaller i tang

Metaller i blåskjell

Metaller i fisk.

Alle undersøkelseselementene har inngått i tidligere undersøkelser i Ballangsfjorden (**Tabell 1**).

For alle undersøkelseselementene har målsetningen vært å karakterisere dagens tilstand i fjorden, avdekke eventuelle trender i utviklingen i miljøtilstanden siden tidligere undersøkelser og avklare om det er sider ved forurensningssituasjonen i fjorden som kan knyttes til den tidligere virksomheten til N&O og som samtidig er begrensende for allmennhetens normale bruk av fjordområdet.

## 2. Materiale og metode

### 2.1 Metaller og suspendert materiale i sjøvann

Vannprøvene ble innsamlet 25/4-2007 på i alt 7 stasjoner (**Tabell 2, Figur 1**). Vannprøvene ble tatt med en Niskin vannhenter spesialtilpasset for prøvetaking av vann for metallanalyser.

**Tabell 2.** Stasjoner for innsamling av vannprøver til analyse av metaller og total mengde suspendert materiale.

Stasjonsnavn	Dyp (m)	Posisjon
St V1	19,3	N68 20.595 E16 51.632
St V3	34	N68 20.973 E16 52.727
St V5a	35	N68 21.272 E16 53.508
St V5b	13	N68 21.396 E16 56.138
St V7	100	N68 21.940 E16 56.260
St V8	168	N68 23.318 E16 57.208
St V9	100	N68 24.314 E17 05.944

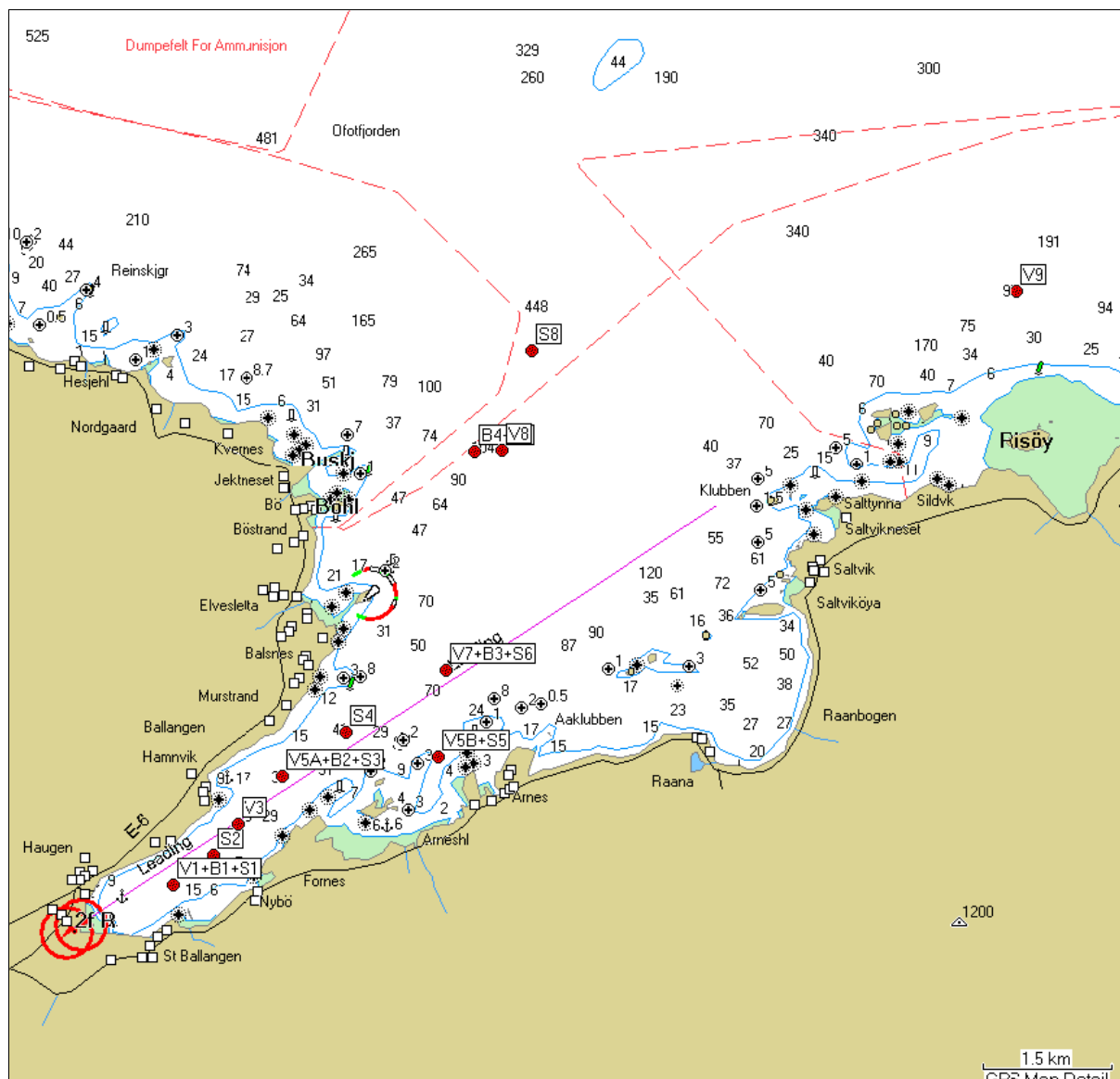
Vannprøvene ble analysert for metallene nikkel (Ni), arsen (As), bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd) og total mengde suspendert materiale (TSM). Alle analyser ble foretatt på ufiltrerte prøver.

Analyse av alle metallene unntatt As ble foretatt med atomabsorpsjon etter atomisering (NIVA-metode E 2-5). Følgende instrumenter ble benyttet: Perkin-Elmer atomabsorpsjonsspektrometer Analyst 700, tilkoblet grafittovn av typen HGA og prøveveksler AS 800. Instrumentet styres med Dell Pentium 2 PC, og resultater skrives ut på en Laserjet 1100.

Arsen-analysen ble foretatt av ALS Analytica etter EPA-metoder 200.7 og 200.8 (modifisert).

TSM-analysen ble foretatt ved filtrering av prøven etterfulgt av tørking og veiing av nucleopore filter (NIVA-metode B 4). Følgende instrumentering ble benyttet: Sartorius 4503 Micro utstyrt med ionekilde "Static Eliminator Bar, Pu 210, Item no. LC 9793, nucleopore kapillærfilter med porevidde 0,4 µm og diameter 47 med mer, filteroppsats og vannstrålepumpe.





**Figur 1.** Stasjoner for innsamling av vannprøver (V1, V3, V5A, V5B, V7, V8, V9), bløtbunnsfauna (B1, B2, B3, B4) og sedimentprøver for kjemiske analyser (S1, S3, S5, S6, S7=B4, S8)). Merk at deponiet på Ballangseleira ikke er inntegnet. Merk også at betegnelsen S7 ikke synes på kartet (dekkes over av V8).

## 2.2 Metaller og organisk karbon i bunnsedimenter

Sedimenter ble innsamlet fra de samme stasjoner som i 1997 og 1989. Stasjonene var plassert i dypområdet i fjorden, i økende avstand til Ballangseleira (**Figur 1**). En stasjon ble plassert inn mot utløpet av Arneselva (S5) for å fange opp eventuelle tilførsler derfra. Totaldyp og posisjonene for de enkelte stasjoner ses i **Tabell 2**.

**Tabell 3.** Stasjoner for innsamling av sedimenter til analyse av metaller og total mengde suspendert materiale.

Stasjonsnavn	Dyp (m)	Posisjon
S1 (St V1, B1)	19-19,3	N68 20.595 E16 51.632
S2	21	N68 20.778 E16 52.303
S4	40-41	N68 21.547 E16 54.582
S3 (St V5a, B2)	33-34	N68 21.272 E16 53.508
S5 (St V5b)	13	N68 21.396 E16 56.138
S6 (StV 7, B3)	95-97	N68 21.940 E16 56.260
S7 (B4)	101-114	N68 23.310 E16 56.756
S8	355-375	N68 23.945 E16 57.709

Innsamling av sedimenter ble foretatt 24.-25. april 2007 med en langarmet van Veen-grabb (med luke på oversiden) på i alt 8 stasjoner. På hver stasjon ble det tatt 3 grabbprøver. Litt materiale fra den øvre 0-1 cm av sedimentet fra hver av disse grabbprøvene ble slått sammen til en blandprøve for senere analyse.

Prøvene ble analysert for metallene kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn), nikkel (Ni), arsen (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kobolt (Co) og litium (Li). Prøvene ble analysert etter at sedimentet var oppsluttet med salpetersyre. Selve metallanalysene ble foretatt med ICP-AES (NIVA metode E 9-5). Følgende instrumentering ble benyttet: Perkin-Elmer Optima 4300 DV, Perkin-Elmer Autosampler AS 93, Hewlett Packard LaserJet 100, Polyscience Chiller (kjøler). Ved analyse introduseres prøven til instrumentet med en peristaltisk pumpe koblet til en nebulizer der prøveløsningen forstøves. Vanndråpene separeres etter størrelse i et spraykammer og den fine andelen av aerosolen transporteres til et argonplasma, der aerosolen atomiseres og ioniseres. Emisjonen fra plasmaet separeres i spektrometeret og måles med en CCD detektor. Detektoren har et lineært område på 5 - 6 dekaner fra deteksjonsgrensen.

I tillegg til metallanalyser ble innholdet av organisk karbon og andel sediment med kornstørrelse finere enn 63µm bestemt ved våtsikting. Innholdet av organisk karbon ble bestemt ved hjelp av katalytisk forbrenning (NIVA metode G 6) etter forbehandling med saltsyre for å fjerne uorganisk karbon.

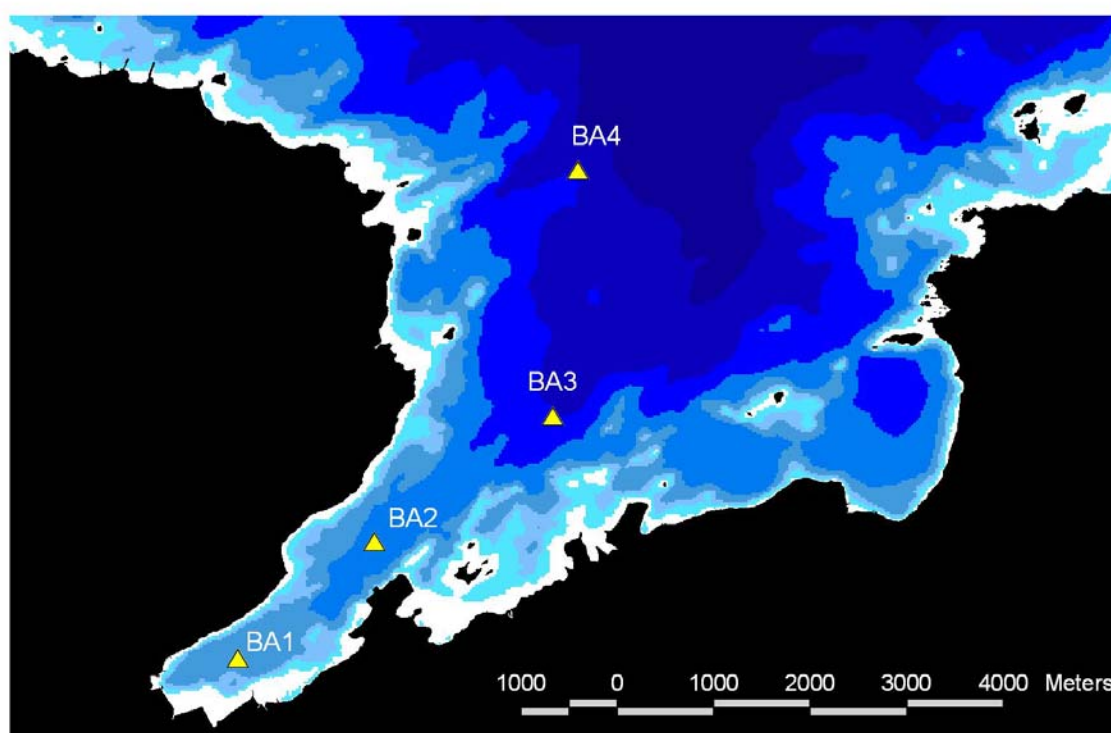
## 2.3 Bløtbunnsfauna

Innsamling og opparbeiding av prøver ble gjennomført i henhold til Norsk Standard for undersøkelser av bløtbunnsfauna NS 9423 (1998): "Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna i det marine miljø".

På hver stasjon (**Figur 1, Figur 2**) ble det tatt fire prøver med en 0,1 m<sup>2</sup> vanVeen-grabb. Bunnmaterialet ble silt gjennom en sikt med 1.0 mm store hull for å fjerne finpartiklene. Dyr større enn 1 mm og annet grovmateriale holdes tilbake av sikta og ble tatt vare på og konservert i 5% formaldehydløsning i sjøvann og oppbevart for senere opparbeiding i laboratoriet, hvor dyrene ble sortert ut fra resten av siktematerialet, artsbestemt og antallet notert. Totaldyp og posisjonene for de enkelte stasjoner ses i **Tabell 4**.

**Tabell 4.** Stasjoner for innsamling av sedimentprøver for analyse av forekomst av bløtbunnsorganismer. Sediment fra de samme stasjonene ble også analysert for metaller og TOC. På 3 av stasjonene ble det også tatt vannprøver.

Stasjonsnavn	Dyp (m)	Posisjon
BA1 (S1, V1,)	19-19,3	N68 20.595 E16 51.632
BA2 (S3,V5a)	33-34	N68 21.272 E16 53.508
BA3 (S6,V7)	95-98	N68 21.940 E16 56.260
BA4 (S7)	101-114	N68 23.310 E16 56.756



**Figur 2.** Stasjoner for bløtbunnsfauna.

Basert på antall individer pr. art ble det gjort beregninger av artsmangfold ved Shannon-Wiener indeks ( $H, \log_2$ ) (Shannon & Weaver 1963) og Hurlberts indeks ( $ES_{100}$ , forventet antall arter blant 100 individer) (Hurlbert 1971). Forekomst av indikatorarter som er ømfintlige eller tolerante overfor forurensninger ble beregnet ved indeksen ISI (Rygg, 2002). Indeksverdiene gir grunnlag for en klassifisering av miljøtilstanden (Molvær et al. 1997).

Multivariatanalyser ble utført med programmet PRIMER for Windows versjon 5.2.0. Der identifiseres grupper av stasjoner med lignende artssammensetning. Analysen regner ut en likhetsmatrise mellom prøvene (stasjoner og år) på grunnlag av arts- og individdata, og foretar multidimensjonal skalering (MDS) på denne.

## 2.4 Metaller i grisetang

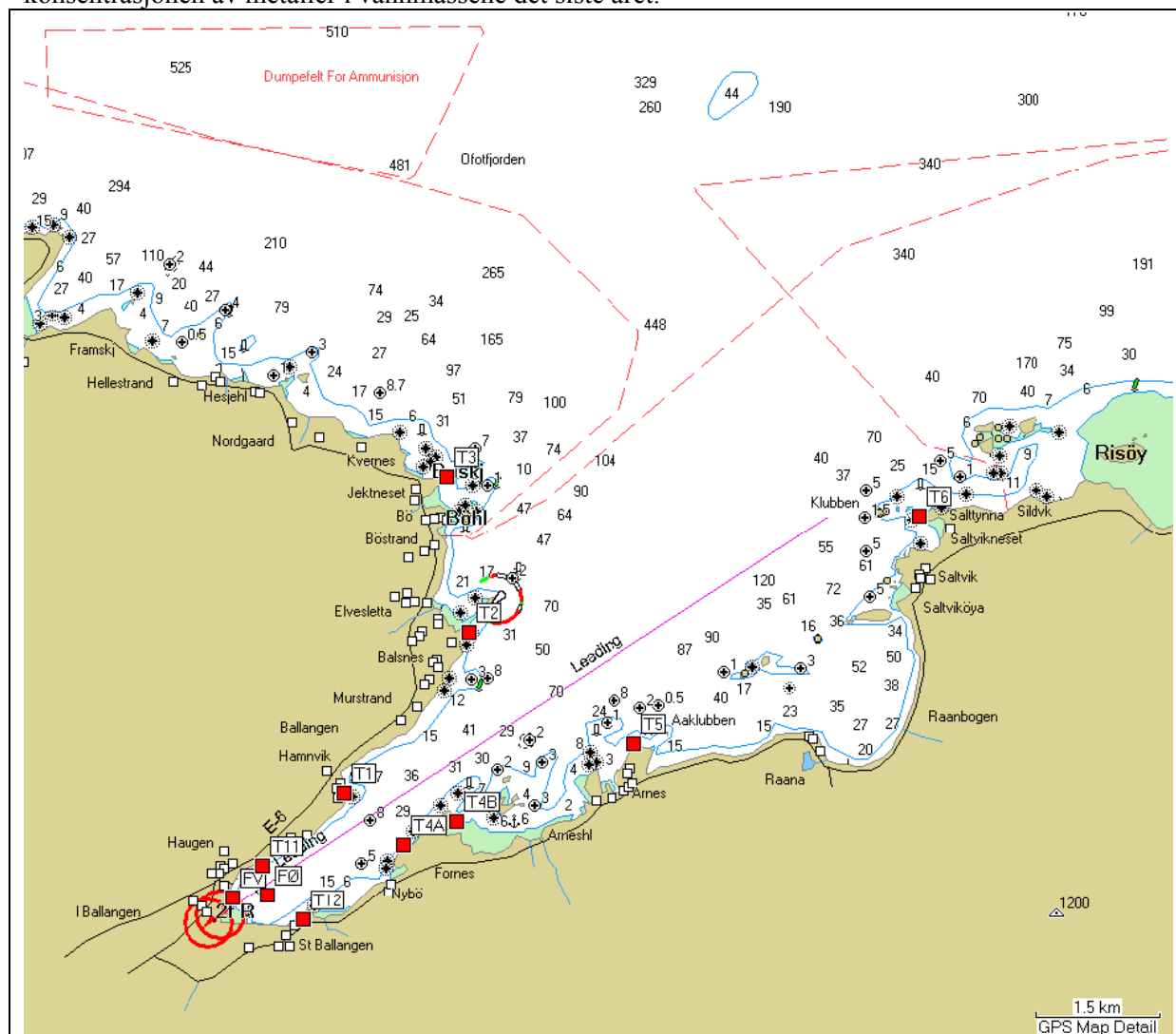
Antall stasjoner for innsamling av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) var de samme som i 1997. I tillegg ble det innsamlet tang fra 2 stasjoner (FØ, FV) på eller nær steinfyllingen som omkranser deponiet på Ballangseira slik at det i 2007 ble innsamlet tang fra 11 stasjoner (**Figur 3**).

Innsamlingen ble foretatt i perioden 13.-16. april 2007. Fra hver stasjon ble det innsamlet 50 skuddspisser (kuttet like under 2. blære ovenfra). Innsamlingen ble foretatt slik at det ikke ble tatt mer enn 5 skuddspisser fra samme individ. Skuddspissene ble etter innsamling plassert i doble plastposer og merket med stasjonsnavn og dato.

Tangen ble analysert for nikkel (Ni), arsen (As), bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), kobolt (Co) og krom (Cr), dvs. de samme metallene som i 1997.

Alle prøvene ble oppsluttet med salpetersyre og analysert med ICP-MS (NIVA metode E 8-3).

Analyser av metaller i tang gir informasjon, med en annen tidsoppløsning, enn vann- og sedimentprøver. Skuddspissene av tang representerer siste års tilvekst og reflekterer derved konsentrasjonen av metaller i vannmassene det siste året.



**Figur 3.** Stasjoner for innsamling av grisetang for analyse av metaller. Merk at deponiet på Ballangseira ikke er inntegnet. Stasjon FØ og FV ligger på ytterkanten av deponiet.

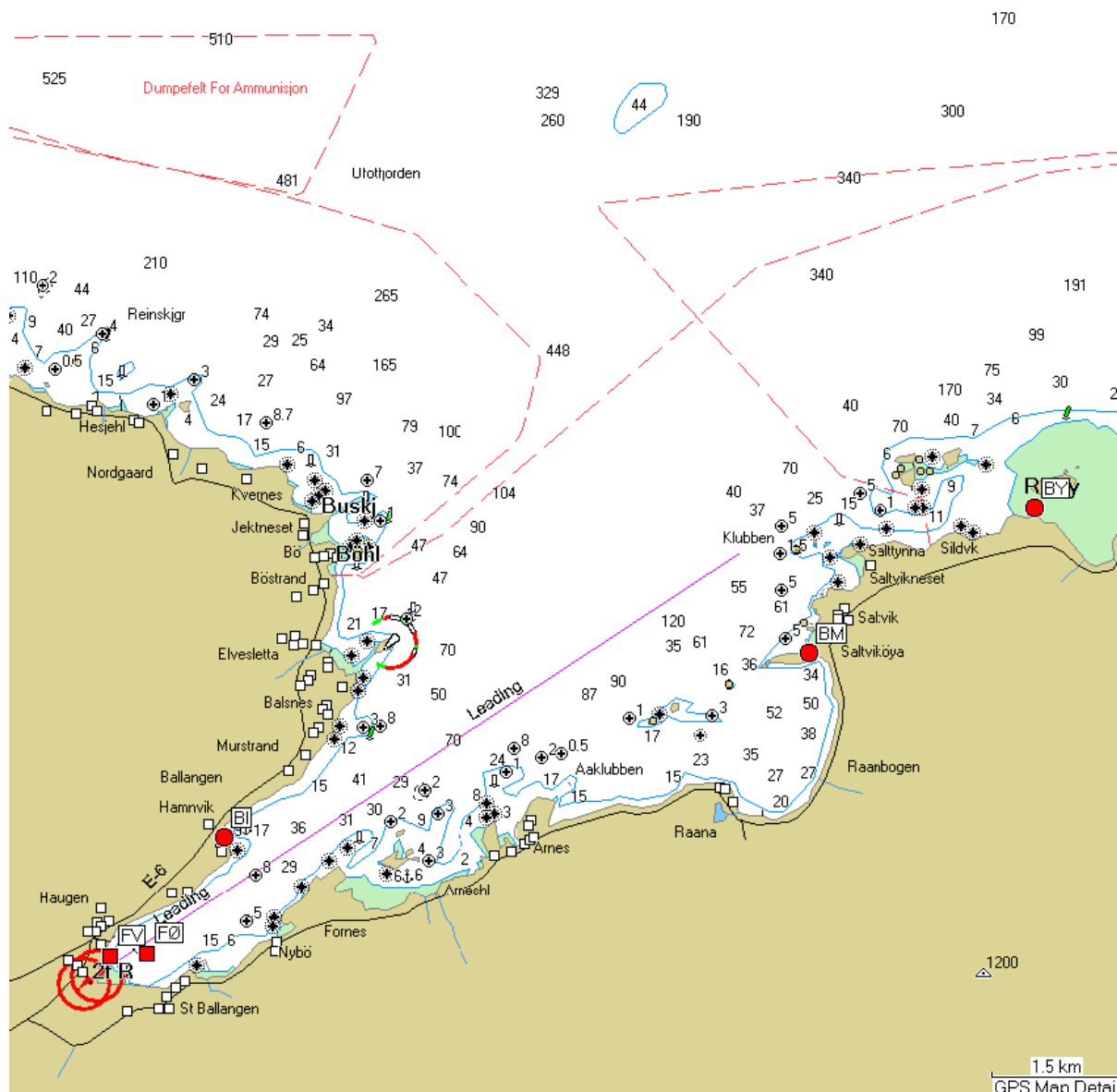
## 2.5 Metaller i blåskjell

Blåskjell (*Mytilus edulis*) ble innsamlet på 5 lokaliteter (**Figur 4**). Tre av lokalitetene var de samme som ved undersøkelsen gjennomført i 2000 (indre, midtre og ytre) henholdsvis 3, 10 og 13 km fra Ballangseira. I tillegg ble det innsamlet blåskjell fra 2 stasjoner (FØ, FV) på eller nær steinfyllingen som omkranser deponiet på Ballangseira.

Innsamling av blåskjell til analyse ble også foretatt i perioden 14.-25. april 2007. Skjellene ble nedfrosset umiddelbart etter innsamling. Skjellene ble senere tint og bløtdelene tatt ut. Fra hver av stasjonene (**Figur 4**) ble det analysert en blandprøve bestående av bløtdelene fra 50 skjell. Skjellene som ble analysert hadde en lengde på 32-53 mm og midlere bløtdelsvekt på de benyttede skjellene varierte fra 1,77 til 3,82 g (**Tabell 5**).

**Tabell 5.** Blåskjell innsamlet fra 5 stasjoner i Ballangsfjorden i 2007 og brukt til analyse av metaller.

Stasjonsbetegnelse	Antall	Midlere lengde (mm)	Midlere bløtdelsvekt (g)	Minste lengde (mm)	Største lengde (mm)
<b>BI</b>	50	37,40	1,77	32	47
<b>BM</b>	50	44,46	3,11	32	49
<b>BY</b>	50	40,82	2,52	33	48
<b>FV</b>	50	43,90	3,09	35	49
<b>FØ</b>	50	46,08	3,82	37	53



**Figur 4.** Stasjoner for innsamling av blåskjell for analyse av metaller. Merk at deponiet på Ballangleira ikke er inntegnet. Stasjon FØ og FV ligger på ytterkanten av deponiet.

## 2.6 Metaller i fisk

Fisk ble innsamlet fra to områder (indre og ytre) henholdsvis ca 2 og 9 km fra Ballangseira i **Figur 5**.

Følgende fiskearter ble innsamlet: torsk (*Gadus morhua*), rødspette (*Plauronectes platessa*) og sandflyndre (*Limanda limanda*). Fangst av fisk ble i hovedsak foretatt med garn.

Innsamling av fisk foregikk 3.-23. mai 2007. Lengde og vekt av den analyserte fisken ses i vedlegg A-C.

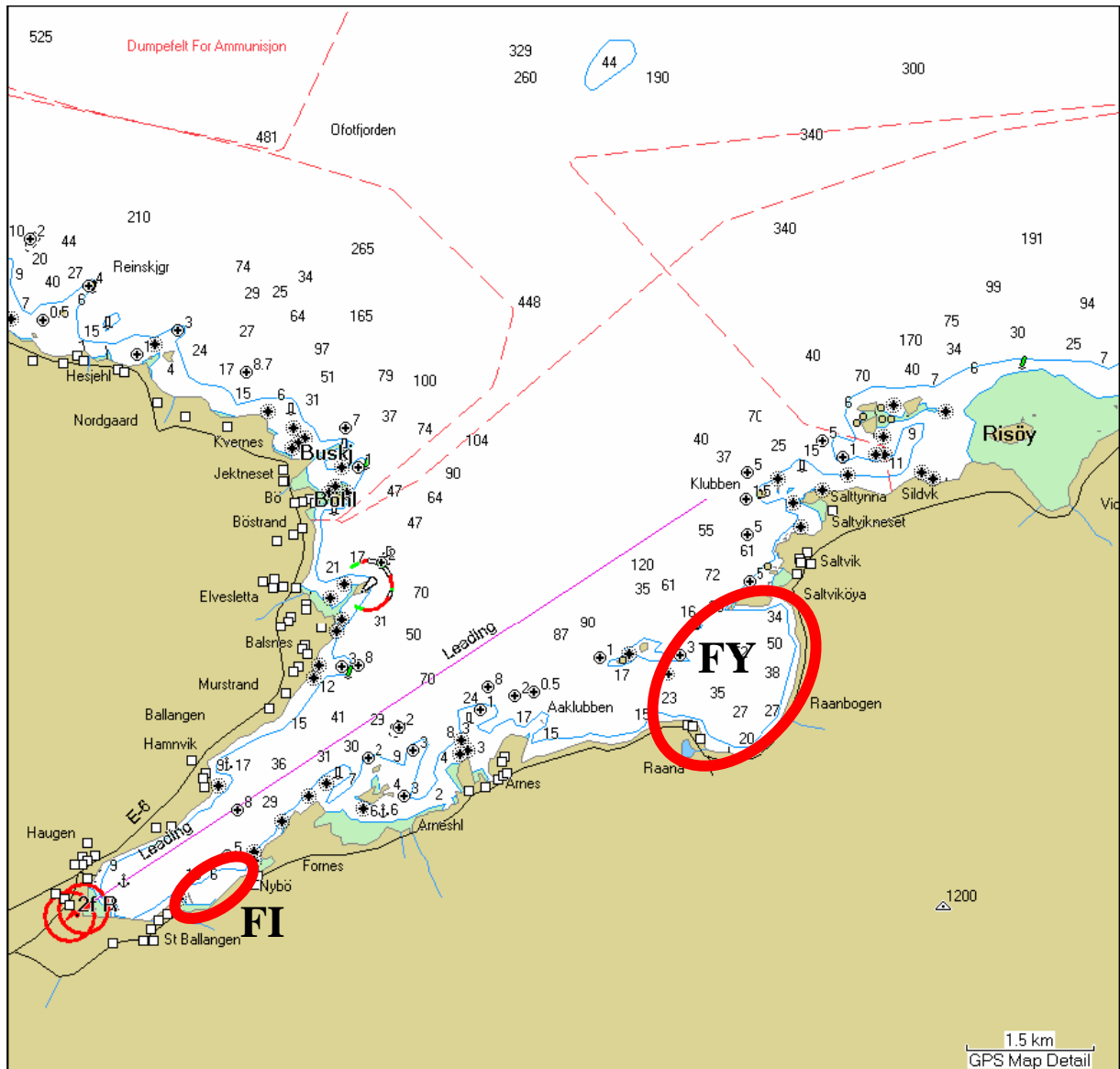
Etter innsamling ble fisken frosset hel og sendt til NIVA for uttak av vevsprøver til analyse.

I torsk ble muskelvev og lever dissekert ut for metallanalyser, mens en fra rødspette og sandflyndre kun analyserte muskelvev. Analysene ble foretatt på blandprøver. For torsk og rødspette ble det fra hver lokalitet analysert 3 parallelle blandprøver (hver bestående av vev fra 5 fisk (se vedlegg). For sandflyndre ble det fra hver lokalitet analysert 2-3 parallelle prøver (hver bestående av vev fra 3 fisk (se vedlegg))

Fra hver fisk ble det tatt ut ca 20 g filet til analyse. Til leverprøvene av torsk ble det også tatt ut ca 20g fra hver fisk.

Alle analysene med unntak av kvikksølv ble foretatt med ICP-MS (NIVA metode E 8-3) etter oppslutning med salpetersyre. Følgende instrumentering ble benyttet: Perkin-Elmer Sciex ELAN 6000 ICP-MS, utstyrt med P-E autosampler AS-90, AS-90b prøvebrett og P-E Rinsing Port Kit.

Analyse av kvikksølv ble foretatt med en kalddampsteknikk (NIVA-metode E 4-3). Ved analysen oppkonsentreres kvikksølvet i et amalgameringsystem. Følgende instrumentering ble benyttet: Perkin-Elmer FIMS-400 med P-E AS-90 autosampler og P-E amalgamsystem.



**Figur 5.** Kart som viser de to områdene (FY og FI) for innsamling av fisk for analyse av metaller (merket med rødt). Merk at deponiet på Ballangseira ikke er inntegnet.

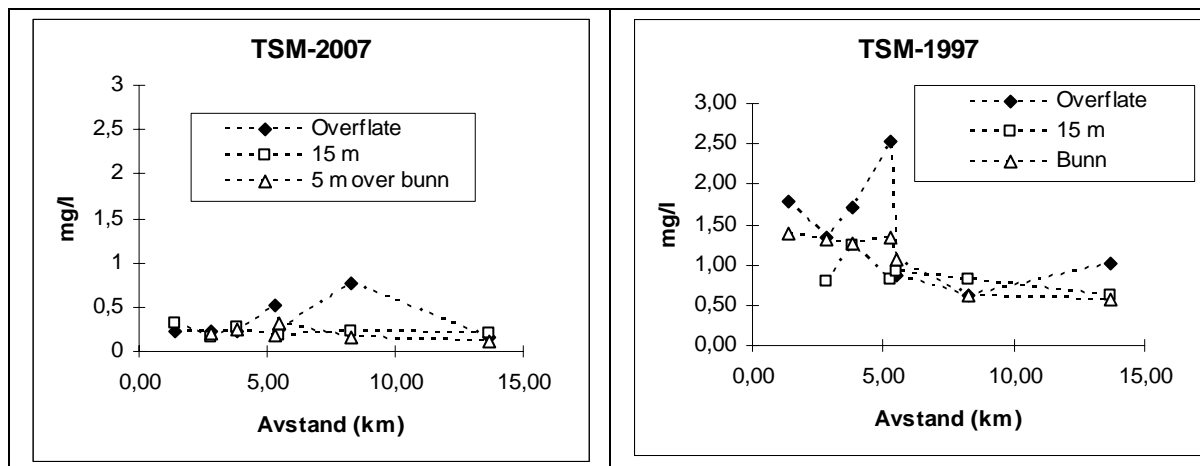


### 3. Resultater og diskusjon

#### 3.1 Suspendert materiale i sjøvann og metaller

Partikkelmengden som ble observert i vannprøvene i 2007 lå klart lavere enn det som ble observert i 1997 (**Figur 6**). Største var forskjellen på de innerste stasjonene i fjorden.

Partikkelmengden i vannprøvene fra 2007 lå med unntak av 2 prøver i området 0,12-0,32 mg/l. To prøver av overflatevann (stasjon 5b=0,52 mg/l og stasjon 8=0,77 mg/l) hadde imidlertid noe høyere partikkelinnhold.



**Figur 6.** Partikkelmengden i vannprøver fra tre dyp i ulik avstand fra deponiet på Ballangsfleira innerst i fjorden i 1997 og 2007.

##### 3.1.1 Metaller i overflatevann

**Tabell 6** viser konsentrasjonen av metaller i overflatevann registrert 6 ganger fra 1989 til 2007 (rådata er presentert i vedlegg D). Undersøkelsen i 1997 viste at overflatevannet innerst i fjorden (< 3 km) inneholdt mer Ni og Cu enn de tidligere år. Resultatene fra 2007 viser at konsentrasjonen av disse metallene er betydelig redusert og er nå på 1989-nivå ved de innerste stasjonene. Det er likevel verdt å merke seg at spesielt Ni har en markant økt konsentrasjon i stasjon 5b nær Arnes.

Konsentrasjonen av bly var i hele perioden fra 1989 til 1997 noe høy og viste heller ikke noen klar gradient ut fjorden i dette tidsrommet. Resultatene fra 2007 viser en vesentlig nedgang i bly-konsentrasjonen i perioden 1997-2007 ved alle stasjoner med unntak av 5a og 5b. Ved disse stasjonene var det sågar en liten økning i konsentrasjonen av bly sammenliknet med 1997. Konsentrasjonen av Cd har ligget relativt lavt ved alle undersøkelsene som er gjennomført, og det er også tilfellet ved årets undersøkelse. Zn-konsentrasjonen har derimot øket, til dels kraftig, ved de fleste stasjonene i perioden 1997-2007. De høyeste konsentrasjonene av sink i overflatevannet i 2007 ble observert ved stasjon 5a og 5b ved henholdsvis Fornes og Arnes. For arsen ble det observert relativt lave konsentrasjoner på alle stasjoner. En kunne likevel se antydningen av nedgang i konsentrasjonen innerst i fjorden (st. 1 og st. 3), mens det lenger utover har det vært en økning i konsentrasjonen. Bedømt ut fra overflatevannet er det ikke i den indre delen av fjorden nærmest deponiet på Ballangsfleira hvor en nå observerer de høyeste metallkonsentrasjoner, men i området noe lenger ut hvor særlig nikkel (Arnes) og sink (Fornes og Arnes) opptrer med konsentrasjoner som kvalifiserer for betegnelsen markert forurensset (**Tabell 6**).

**Tabell 6.** Konsentrasjoner av arsen (As), bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn) og kadmium (Cd) i ufiltrerte vannprøver (overflatevann) innsamlet i 2007. Analyseresultater fra tilsvarende undersøkelser i 1989 (Helland og Rygg, 1991), 1991 (Helland 1992), 1993 (Nøland og Beck, 1994), 1997 (Berge et al 1998) er også presentert. Analyseresultatene er klassifisert i tilstandsklasser i følge SFTs miljøkvalitets-kriterier (Molvær et al. 1997). XB = konsentrasjon dividert med bakgrunnskonsentrasjon for mest belastet stasjon (ufiltrert prøve). i.a. = ikke analysert. A. = Avstand fra deponeringsområdet på Ballangseira innerst i fjorden.

Fargekode brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	God/lite forurensset	
II	Mindre god/moderat forurensset	
III	Nokså dårlig/markert forurensset	
IV	Dårlig/sterkt forurensset	
V	Meget dårlig/meget sterkt forurensset	

#### A: Overflatevann

Stasjon	A. (km)	Ni jun. 1989	Ni okt 1989	Ni 1991	Ni 1993	Ni 1997	Ni 2007	As jun. 1989	As okt 1989	As 1991	As 1993	As 1997	As 2007
St 1	1.4	0,33	1,10	0,92	0,68	6,2	0,53	i.a.	i.a.	4,6	<2	1,8	1,2
St 3	2.8	0,33	1,48	1,03	0,60	2,10	0,47	i.a.	i.a.	4,6	<2	1,3	1,1
St 5a	3.8	i.a.	i.a.	2,97	1,05	0,96	0,67	i.a.	i.a.	9,5	<2	0,9	1,5
St 5b	5.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,83	3,85	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,8	1,5
St 7	5.5	0,32	0,97	0,4	0,84	0,42	0,34	i.a.	i.a.	5,1	<2	0,7	1,5
St 8	8.3	0,33	0,54	0,46	0,44	0,42	0,28	i.a.	i.a.	5,5	<2	0,5	1,7
St 9	13.7	0,32	0,40	0,44	0,59	0,45	0,26	i.a.	i.a.	1,7	<2	0,6	1,4
XB		<1	2	6	<1	12.4	7.7			4.8	<1	<1	<1
"Høyt bakgrunns- nivå" (µg/l)		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<2	<2	<2	<2	<2	<2

#### B: Overflatevann

Stasjon	A (km)	Pb jun. 1989	Pb okt. 1989	Pb 1991	Pb 1993	Pb 1997	Pb 2007	Cu jun. 1989	Cu okt. 1989	Cu 1991	Cu 1993	Cu 1997	Cu 2007
St 1	1.4	0,340	0,18	0,27	0,116	0,16	0,075	0,63	0,42	0,54	0,66	3,65	0,52
St 3	2.8	0,185	0,62	0,4	0,074	0,12	0,055	0,64	0,44	0,68	0,76	3,45	0,4
St 5a	3.8	i.a.	i.a.	0,86	0,144	0,083	0,1	i.a.	i.a.	1,4	0,78	1,06	0,62
St 5b	5.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,065	0,098	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,30	0,44
St 7	5.5	0,173	0,080	0,1	0,065	0,048	0,027	0,56	0,36	0,33	0,54	0,26	0,2
St 8	8.3	0,098	0,085	0,047	0,051	0,13	<0,02 5	0,49	0,42	0,34	0,67	0,29	0,2
St 9	13.7	0,058	0,045	0,051	0,174	0,22	<0,02 5	0,47	0,31	0,32	0,77	0,39	0,17
XB		6.8	12.4	17.2	3.5	4.4	2	<1	<1	4.7	2.6	12.2	<1
"Høyt bakgrunns- nivå" (µg/l)		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

**Tabell 6 (fortsettelse)***C: Overflatevann*

Stasjon	A (km)	Zn jun. 1989	Zn okt. 1989	Zn 1991	Zn 1993	Zn 1997	Zn 2007	Cd jun. 1989	Cd okt. 1989	Cd 1991	Cd 1993	Cd 1997	Cd 2007
St 1	1.4	2,67	2,05	2,4	2,40	3,70	3,11	0,018	0,015	0,016	0,011	0,020	0,012
St 3	2.8	2,81	2,90	2,9	1,20	2,35	4,31	0,015	0,060	0,018	0,013	0,015	0,011
St 5a	3.8	i.a.	i.a.	5,9	3,20	1,60	5,49	i.a.	i.a.	0,026	0,026	0,013	0,014
St 5b	5.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1,05	7,72	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,010	0,013
St 7	5.5	1,99	3,15	1,04	3,52	0,88	3,19	0,012	0,050	0,031	0,019	0,013	0,011
St 8	8.3	1,58	1,75	0,8	4,08	1,40	2,28	0,013	0,038	0,013	0,016	0,013	0,012
St 9	13.7	2,53	1,65	1,35	2,56	5,35	1,2	0,015	0,025	0,012	0,017	0,018	0,009
<b>XB</b>		1.9	2.1	3.9	2.7	3.6	5.1	<1	2	1	<1	<1	<1
"Høyt bakgru- nns- nivå" (µg/l)		<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03

### 3.1.2 Metaller i vann fra 15m dyp

**Tabell 7** viser konsentrasjonen av de analyserte metallene i sjøvann på 15 m dyp. I vannprøvene ble det i 2007 med unntak for sink observert lave konsentrasjoner (lite til moderat forurensset) av metaller på alle stasjoner. Zn lå også i 1997 på bakgrunnsnivå i 15 m dyp, men fra 1997 til 2007 har konsentrasjonen av dette metallet steget – ved enkelte stasjoner har det steget markant. Blant annet ble det i 2007 på stasjon 5a ved Fornes observert sinkkonsentrasjoner som tilsier at vannet som ble innsamlet kan karakteriseres som markert forurensset. Også innholdet av As øket fra 1997 til 2007, men nivået er likevel lavt på alle stasjoner. Konsentrasjonen av Ni og Cu lå i 2007 omtrent i samme nivå som i 1997 ved de fleste stasjonene. Cu-konsentrasjone observert i 2007 var imidlertid klart lavere enn det som ble observert i 1993 (**Tabell 7**). Konsentrasjonene av Pb er generelt lave, og ved de tre ytterste stasjonene er konsentrasjonen under deteksjonsgrensen.

Bedømt ut fra vannprøver fra 15 m dyp er det i hovedsak observert lave konsentrasjoner (lite til moderat forurensset), unntaket er den noe høye sinkkonsentrasjonen observert på st 5a (Fornes). Også i overflatevannet på denne stasjonen (**Tabell 6**) ble det observert høye verdier av sink.

**Tabell 7.** Konsentrasjoner av arsen (As), bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn) og kadmium (Cd) i ufiltrerte vannprøver fra 15 m dyp innsamlet i 2007. Analyseresultater fra undersøkelser i 1989 (Helland og Rygg, 1991), 1991 (Helland 1992), 1993 (Nøland og Beck, 1994) 1997 (Berge et al. 1998) er også presentert. Analyseresultatene er klassifisert i tilstandklasser i følge SFT's miljøkvalitetskriterier (Molvær et al. 1997). XB = konsentrasjon dividert med bakgrunnskonsentrasjon for mest belastet stasjon (ufiltrert prøve). i.a. = ikke analysert. A. = Avstand fra deponeringsområdet innerst i fjorden. For fargekode se **Tabell 6**. HB = Høyt bakgrunnsnivå. Vannprøve ble ikke tatt på St. 5b fordi totaldypet der var kun 13 m.

A: Vann fra 15 m dyp.

Stasjon	A (km)	Ni 1989	Ni 1991	Ni 1993	Ni 1997	Ni 2007	As 1989	As 1991	As 1993	As 1997	As 2007
St 1	1.4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,34	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1,7
St 3	2.8	i.a.	0,83	0,74	0,50	0,33	i.a.	4,4	<2	0,8	1,5
St 5a	3.8	i.a.	0,96	0,38	0,51	0,29	i.a.	6,5	<2	0,7	1,3
St 5b	5.3	i.a.	i.a.	i.a.	0,53	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,7	i.a.
St 7	5.5	i.a.	0,48	0,49	0,31	0,26	i.a.	3,7	<2	0,6	1,6
St 8	8.3	i.a.	0,41	0,37	0,25	0,21	i.a.	5,8	<2	0,4	1,6
St 9	13.7	i.a.	0,34	0,37	0,27	0,27	i.a.	1,9	<2	0,7	1,3
<b>XB</b>			1.9	1.5	1.1	<1		3.3	<1	<1	<1
HB (µg/l)		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<2	<2	<2	<2	

B: Vann fra 15 m dyp.

Stasjon	A (km)	Pb 1989	Pb 1991	Pb 1993	Pb 1997	Pb 2007	Cu 1989	Cu 1991	Cu 1993	Cu 1997	Cu 2007
St 1	1.4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,099	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,29
St 3	2.8	i.a.	0,3	0,067	0,15	0,045	i.a.	0,48	0,74	0,38	0,21
St 5a	3.8	i.a.	0,25	0,079	0,15	0,083	i.a.	0,41	0,55	0,27	0,28
St 5b	5.3	i.a.	i.a.	i.a.	0,12	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,23	i.a.
St 7	5.5	i.a.	0,18	0,071	0,045	<0,025	i.a.	0,4	0,75	0,18	0,17
St 8	8.3	i.a.	0,072	0,045	0,025	<0,025	i.a.	0,24	0,73	0,19	0,14
St 9	13.7	i.a.	0,21	0,118	0,13	<0,025	i.a.	0,27	0,84	0,20	0,17
<b>XB</b>			6	2.4	3	2		1.6	2.8	1.3	<1
HB (µg/l)		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

C: Vann fra 15 m dyp.

	A (m)	Zn 1989	Zn 1991	Zn 1993	Zn 1997	Zn 2007	Cd 1989	Cd 1991	Cd 1993	Cd 1997	Cd 2007
St 1	4.4	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1,66	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,011
St 3	2.8	i.a.	0,98	1,12	0,97	1,96	i.a.	0,021	0,010	0,013	0,011
St 5a	3.8	i.a.	1,01	1,68	1,02	5,62	i.a.	0,017	0,020	0,015	0,012
St 5b	5.3	i.a.	i.a.	i.a.	0,78	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,013	i.a.
St 7	5.5	i.a.	1,8	2,64	0,57	1,41	i.a.	0,021	0,023	0,013	0,01
St 8	8.3	i.a.	1,1	2,56	0,53	0,8	i.a.	0,019	0,012	0,013	0,009
St 9	13.7	i.a.	1,0	2,32	1,35	0,62	i.a.	0,039	0,014	0,015	0,01
<b>XB</b>			1.2	1.8	<1	3,7		1.3	<1	<1	<1
HB (µg/l)		<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03

### 3.1.3 Metaller i bunnvann

Konsentrasjonen av metaller i bunnvannet er gitt i **Tabell 8**. Prøvene er samlet inn 5 m over bunnen på alle stasjonene og de er derfor, hydrografisk sett, ulike. Felles for alle prøvene vil allikevel være at de kan være noe påvirket av sedimentene.

Konsentrasjonene av Ni, As, Cu, Cd og til dels Pb viser at det er lite av disse metallene i vannet nær sedimentene i Ballangsfjorden og de observerte konsentrasjonene ligger alle nær eller under bakgrunnsnivå. Konsentrasjonene av As er også svært lave, men har faktisk øket noe ved alle stasjoner i perioden 1997 – 2007. For Zn har det vært en relativt kraftig økning i konsentrasjonene i bunnvannet over de siste ti årene.

**Tabell 8.** Konsentrasjoner av metaller i ufiltrerte vannprøver innsamlet 5 m over bunnen i 2007. For ytterligere forklaring se **Tabell 6**.

*A: Vann innsamlet 5 m over bunnen.*

Stasjon	A (m)	Ni jun. 1989	Ni okt. 1989	Ni 1991	Ni 1993	Ni 1997	Ni 2007	As jun. 1989	As okt. 1989	As 1991	As 1993	As 1997	As 2007
St 1	1.4	0,28	6,50	1,46	0,83	0,38	i.a	i.a.	i.a.	7,4	<2	0,7	i.a <sup>1)</sup>
St 3	2.8	0,27	5,00	1,17	1,61	1,05	0,27	i.a.	i.a.	4	<2	1,0	1,2
St 5a	3.8	i.a.	i.a.	1,46	0,70	0,80	0,27	i.a.	i.a.	6,9	<2	1,1	1,4
St 5b	5.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,31	0,37	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,8	1,4
St 7	5.5	0,24	0,34	0,46	0,39	0,28	0,25	i.a.	i.a.	5,6	<2	1,0	1,2
St 8	8.3	0,21	0,24	0,29	0,43	0,25	0,24	i.a.	i.a.	6,4	<2	1,2	1,6
St 9	13.7	0,21	0,29	0,37	0,47	0,23	0,23	i.a.	i.a.	2,8	<2	1,0	1,3
<b>XB</b>		<1	13	2.9	3.2	2.1	<1			3.7	<1	<1	<1
HB (µg/l)		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<2		<2	<2	<2	<2

*B: Vann innsamlet 5 m over bunnen.*

Stasjon/ totaldyp (m)	A (m)	Pb jun. 1989	Pb okt. 1989	Pb 1991	Pb 1993	Pb 1997	Pb 2007	Cu jun. 1989	Cu okt. 1989	Cu 1991	Cu 1993	Cu 1997	Cu 2007
St 1	1.4	0,835	0,27	0,71	0,458	0,093	i.a <sup>1)</sup>	0,72	0,63	1,0	0,91	0,25	i.a <sup>1)</sup>
St 3	2.8	0,285	0,26	0,24	0,545	0,66	0,064	0,70	0,57	0,41	0,70	0,77	0,22
St 5a	3.8	i.a.	i.a.	0,29	0,223	0,39	0,076	i.a.	i.a.	0,54	0,66	0,53	0,22
St 5b	5.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,068	0,044	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,22	0,25
St 7	5.5	0,045	0,10	0,13	0,147	0,050	0,09	0,29	0,38	0,33	0,55	0,18	0,22
St 8	8.3	0,043	0,035	0,049	0,419	0,028	<0,025	0,23	0,21	0,18	0,41	0,19	0,13
St 9	13.7	0,033	0,035	0,15	0,103	0,030	<0,025	0,23	0,21	0,34	0,69	0,16	0,12
<b>XB</b>		16.7	5.4	14.2	10.9	13.2	1.8	2.4	2.1	3.3	3	3	<1
HB (µg/l)		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

**Tabell 8** (fortsettelse)*C: Vann innsamlet 5 m over bunnen.*

Stasjon/ totaldyp (m)	A (m)	Zn jun. 1989	Zn okt. 1989	Zn 1991	Zn 1993	Zn 1997	Zn 2007	Cd jun. 1989	Cd okt. 1989	Cd 1991	Cd 1993	Cd 1997	Cd 2007
St 1	1.4	2,04	6,85	2,7	4,72	0,88	i.a. <sup>1)</sup>	0,014	0,80	0,021	0,013	0,013	i.a. <sup>1)</sup>
St 3	2.8	1,51	2,60	1,01	1,44	2,52	1,84	0,014	0,020	0,016	0,012	0,018	0,01
St 5a	3.8	i.a.	i.a.	0,65	2,96	1,25	2,12	i.a.	i.a.	0,022	0,013	0,015	0,011
St 5b	5.3	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,62	4,74	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,013	0,01
St 7	5.5	0,99	1,45	0,78	1,60	0,86	4,7	0,017	0,035	0,021	0,018	0,018	0,014
St 8	8.3	1,54	1,15	0,79	3,28	0,79	5,3	0,022	0,025	0,021	0,019	0,023	0,015
St 9	13.7	0,94	1,50	0,55	1,84	0,72	2,65	0,017	0,023	0,014	0,022	0,018	0,014
<b>XB</b>		1.4	4.5	1.8	3.1	1.7	3.5	<1	27	<1	<1	<1	<1
HB (µg/l)		<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03

<sup>1)</sup>Merk at vannprøven tatt på 15 m dyp på stasjon 1 (**Tabell 7**) er tatt ca 5 m over bunnen.

### 3.1.4 Samlet vurdering - metaller i vann

Det er i hovedsak lave konsentrasjoner av metaller i vannet i Ballangsfjorden. Dårligst tilstand (markert forurensset) ble observert for nikkel og sink (**Tabell 9**), mens den høyeste verdien som ble observert for de øvrige metaller gir at vannet kan klassifiseres som ubetydelig-lite forurensset (As, Cd) til moderat forurensset (Pb, Cu). Med unntak av sink, er maksimalkonsentrasjonene som ble observert i vannprøver fra 2007 redusert eller i samme nivå som det som ble registrert i 1997. Spesielt stor har reduksjonen i kobberkonsentrasjonen i overflatevannet på de to innerste stasjonene vært (**Tabell 6**, **Tabell 9**). Også blykonsentrasjonen har gått kraftig ned i bunnvannet på stasjon 3 og 5a (**Tabell 8**, **Tabell 9**). For sink derimot har det vært en økning på flertallet av stasjonene i alle 3 dyp (**Tabell 6** - **Tabell 8**). Arsen og kadmium opptre med jevne konsentrasjoner utover i fjorden (**Figur 7**). Bly og kobber derimot viser synkende konsentrasjoner utover i fjorden (**Figur 7**). Dette kan tyde på at avgangen fra Bjørkåsen gruver i Ballangslairaområdet er den viktigste kilden for disse metallene. Trenden er tydelig i alle vannsjikt for bly, mens kobber har en veldig tydelig trend i overflatesjiktet og ikke fullt så tydelig trend i dypere vannsjikt (**Figur 7**). For nikkel og sink er de høyeste konsentrasjonene observert lenger ut i fjorden. For nikkel ble det i en overflateprøve observert en konsentrasjon som ligger markant høyere enn de øvrige registreringene. Denne overflateprøven er tatt utenfor deponiet ved Fornes (St 5b). De høyeste konsentrasjonene av sink ble også observert i nærområdet til dette deponiet (**Figur 7**). Dette kan tyde på at deponiet på Fornes er hovedkilden for disse metallene i Ballangsfjorden. For nikkel kan imidlertid de høye konsentrasjonene som er observert i Arneselva også være en medvirkende kilde. Resultatene tyder uansett på at deponiet på Ballangslaira ikke er noen hovedkilde for spredning av nikkel i resipienten.

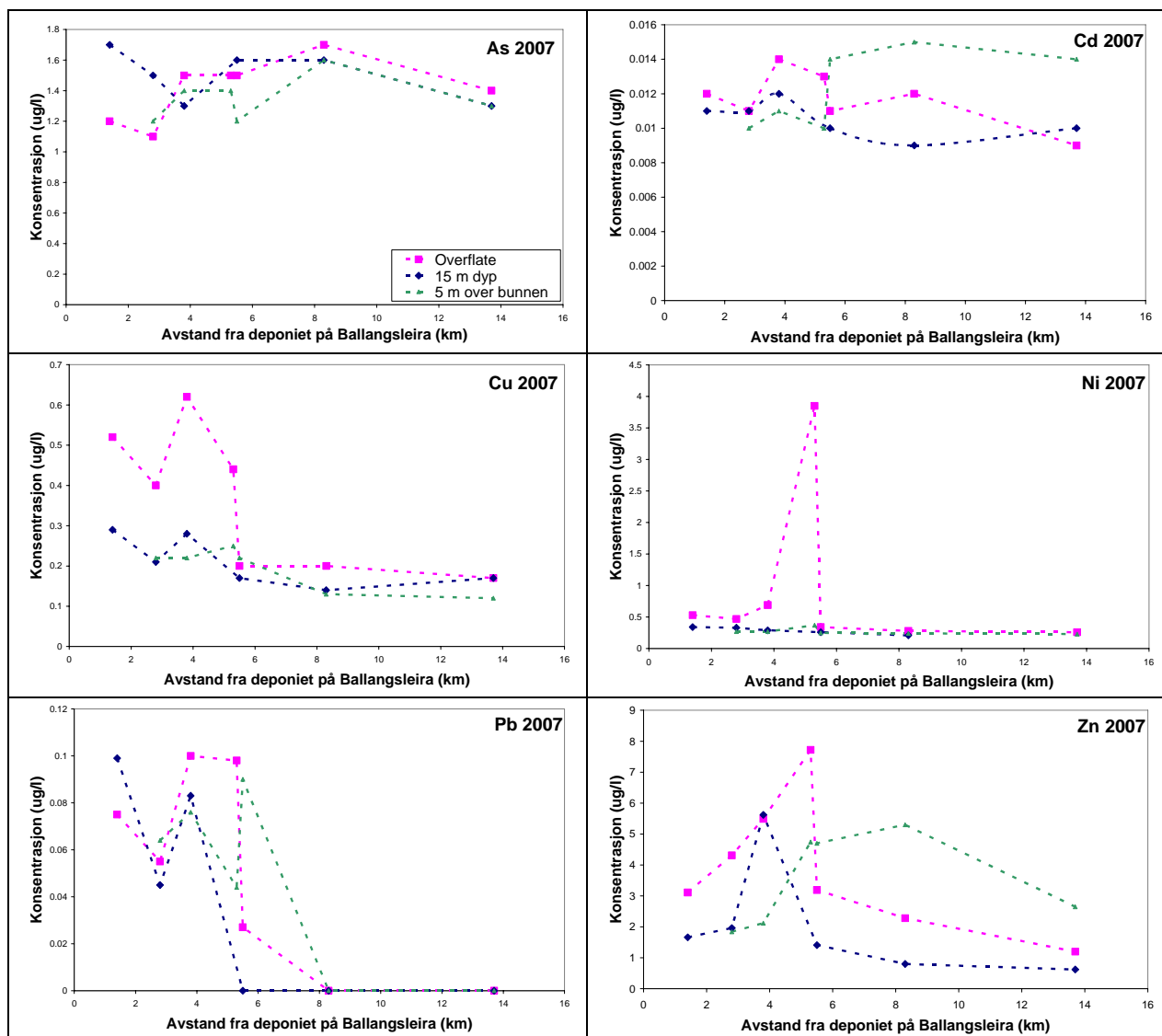
**Figur 8** viser at det ikke finnes noen korrelasjon mellom de enkelte metallene og totalt suspendert materiale i vannprøvene. Dette ble observert i prøvene tatt i 1997 så vel som prøvene tatt i 2007. Det virker dermed som metallene i hovedsak blir tilført i løst form.

**Tabell 9.** Karakterisering av de enkelte stasjoner ut fra det/de metaller som viser høyeste forurensningsgrad i 1997 (Berge et al 1998) og 2007 (se **Tabell 6** til **Tabell 8** for karakterisering basert på enkeltmetaller). Metallet som gir høyeste tilstandsklasse er angitt. Fargekode brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

Tilstandsklasse		Markering
I	Ubetydelig – lite forurenset	
II	Moderat forurenset	
III	Markert forurenset	
IV	Sterkt forurenset	
V	Meget sterkt forurenset	

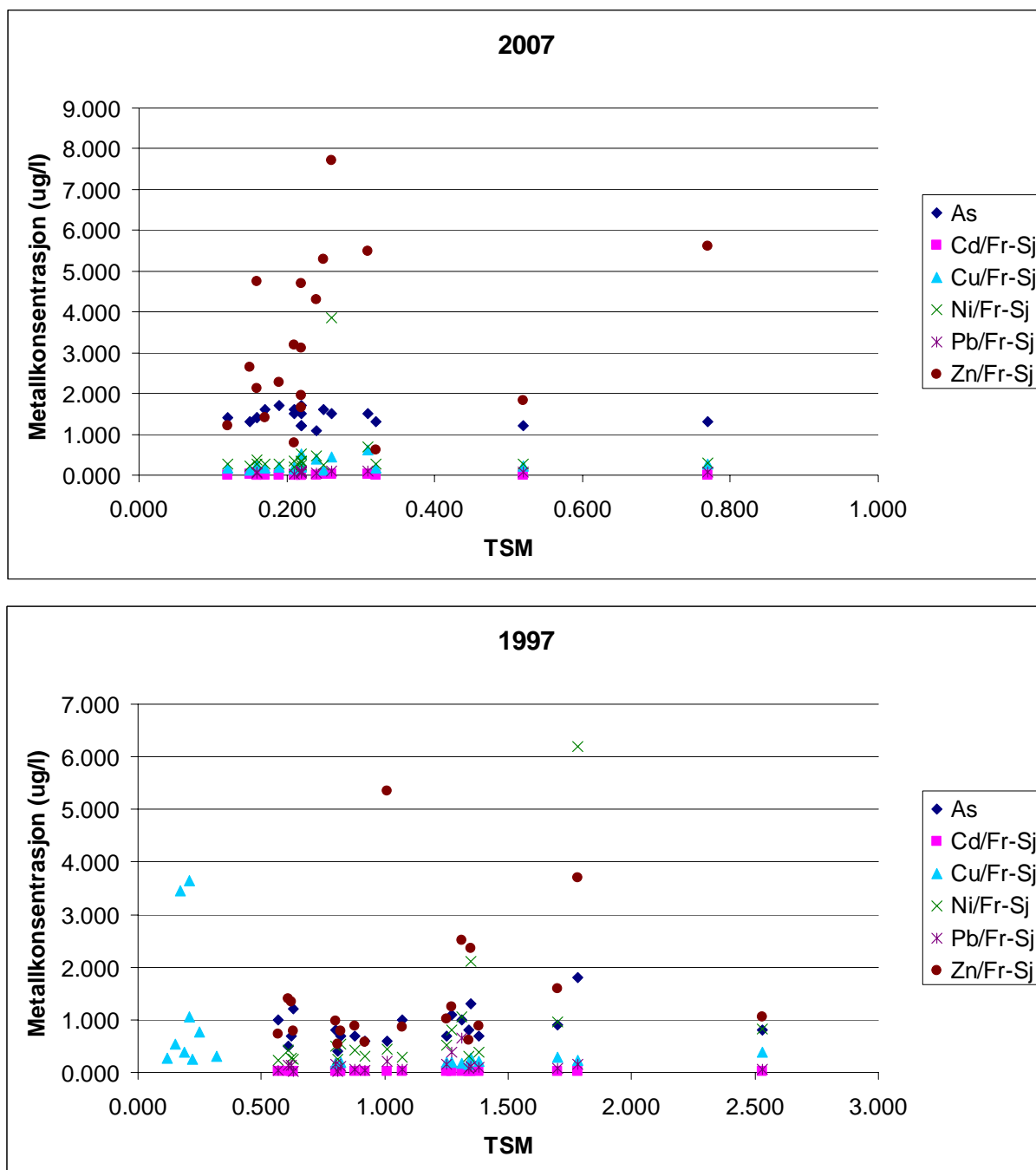
Stasjon	A (km)	Overflatevann 1997	Vann fra 15 m 1997	Bunnvann 1997
St 1	1.4	Cu		Pb,
St 3	2.8	Cu	Ni, Pb, Cu	Pb
St 5a	3.8	Cu	Ni, Pb,	Pb
St 5b	5.3	Cu, Ni, Pb,	Ni, Pb	Pb
St 7	5.5	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd	Pb
St 8	8.3	Pb	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd
St 9	13.7	Pb	Pb	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd

Stasjon	A (km)	Overflatevann 2007	Vann fra 15 m 2007	Bunnvann 2007
St 1	1.4	Ni, Pb, Cu, Zn,	Pb, Zn	Ikke analysert
St 3	2.8	Pb, Cu, Zn	Zn, Pb	Zn, Pb
St 5a	3.8	Zn	Zn	Zn, Pb
St 5b	5.3	Ni, Zn	Ikke analysert	Zn
St 7	5.5	Zn	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd	Pb, Zn
St 8	8.3	Zn	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd	Zn
St 9	13.7	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd	Zn



**Figur 7.** Konsentrasjonen av arsen (As), kadmium (Cd), kobber (Cu), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn) i tre dyp i ulik avstand fra deponiet på Ballangseira innerst i fjorden. (Rosa firkant = overflate; blå diamant = 15 m dyp; grønn strek = 5 m over bunnen).





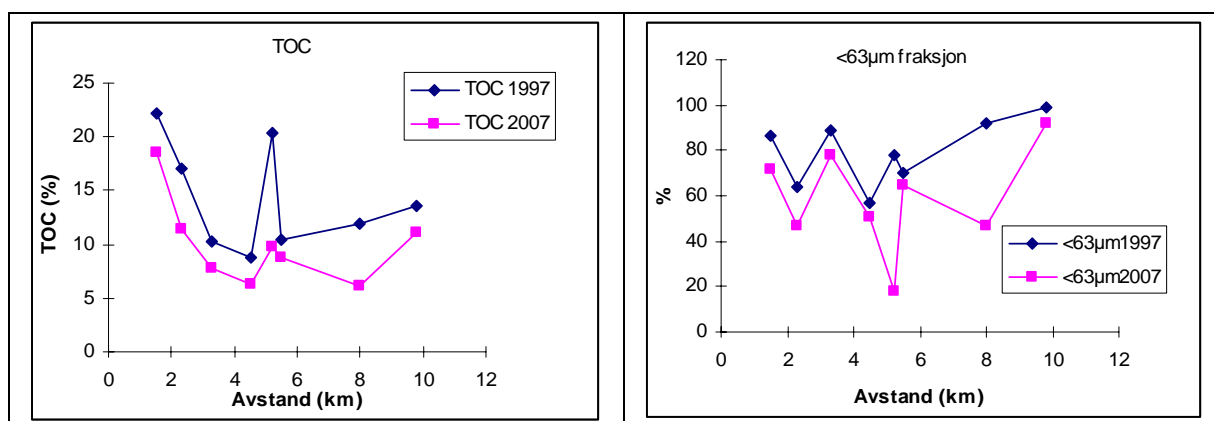
**Figur 8.** Sammenhengen mellom de seks metallene (arsen, kadmium, kobber, nikkel, bly og sink) og totalt suspendert materiale (TSM, mg/L) i vannprøvene hentet fra Ballangsfjorden april 2007 og 1997.

### 3.2 Metaller og organisk karbon i bunnsedimenter

Innholdet av organisk karbon og andelen av finfraksjonen i sedimentet ses i **Tabell 10** og **Figur 9**. Innholdet av TOC i sediment varierer fra ca. 6,1 til 18,6 µg/mg C TS og må anses som normalt for en fjord uten organisk belastning. TOC-innholdet var høyest innerst i fjorden og avtok ut til ca. 5 km (St 5), der en har en topp, for så å holde seg relativt konstant i ytre del av fjorden. Innholdet av organisk stoff var gjennomgående noe mindre i 2007 sammenlignet med 1997. Konsentrasjonstoppen for TOC på St 5 som kunne observeres i 1997 kunne også observeres i resultatene fra 2007, men toppen var vesentlig redusert (**Figur 9**). Andelen av sedimentet med en partikkelstørrelse <63 µm var også noe lavere i 2007 sammenlignet med 1997 (særlig på stasjon 5) (**Figur 9**). Det reduserte innholdet av organisk karbon i 2007 sammenlignet med prøver fra 10 år tidligere kan ha sammenheng med at innsamlingen i 2007 ble foretatt i april mens innsamlingen i 1997 ble foretatt i august (dvs. mot slutten av sesongen for primærproduksjon og sedimentering av nydannet organisk karbon). Den reduserte andelen med finpartikulært materiale er mer vanskelig å forklare, men den kan ha sammenheng med at tilførsler av finpartikulært materiale fra gruvedriften er redusert etter at bedriften la ned i 2002. Denne forklaringen kan imidlertid neppe forklare den store forskjellen som observeres på stasjon 5 (**Tabell 10**).

**Tabell 10.** Total mengde organisk karbon (TOC), mengden finstoff (<63 µm fraksjon) og tørrstoffinnhold i overflatesediment (ca. 0-1 cm) fra stasjoner i Ballangen - (se for stasjonshenvisning). A = Avstand fra indre del av deponeringsområdet på Ballangsløira.

Stasjoner	A (km)	TOC		<63µm		TTS
		µg/mg C TS		%		%
		1997	2007	1997	2007	2007
St 1	1.5	22,2	18,6	86	72	50
St 2	2.3	17	11,4	64	47	60,1
St 3	3.3	10,3	7,7	89	78	59,4
St 4	4.5	8,7	6,3	57	51	62,8
St 5	5.2	20,4	9,8	78	18	62,9
St 6	5.5	10,5	8,8	70	65	61,2
St 7	8.0	12	6,1	92	47	63,4
St 8	9.8	13,5	11,1	99	92	43,2



**Figur 9.** Total mengde organisk karbon (TOC), mengden finstoff (<63 µm fraksjon) i bunnsedimenter innsamlet i Ballangsfjorden som funksjon av avstand fra den indre delen av deponiet på Ballangseira.

Konsentrasjonen av metaller i overflatesedimentet er presentert i **Tabell 11**, **Figur 10** og **Figur 11** (rådata ses i vedlegg E).

For metallene (Cd, Pb, Cu, Zn, As) ble det observert avtagende metallkonsentrasjoner utover i Ballangsfjorden, mens en for metallene Ni, Co og Cr observerte en tydelig topp på stasjon 3 ca 3,3 km ut fra den indre delen av Ballangseira dvs. omtrent så langt ut som ved deponiet på Fornes. For metallene bly, sink, kobber, kadmium og arsen var konsentrasjonene i 2007 redusert i de indre 3-5 km av Ballangsfjorden i forhold til tidligere år (**Figur 10** og **Figur 11**). Sedimentet fra de ytre stasjonene hadde imidlertid endret seg relativt lite for alle de analyserte metallene.

Selv om konsentrasjonen av en del metaller i 2007 var redusert i de indre deler av fjorden i forhold til tidligere år så kunne en fremdeles observere nivåer som kunne karakteriseres som sterkt forurensset. I 2007 ble dette observert for kobber på de to innerste stasjonene (**Tabell 11**). Sedimentet på de innerste stasjonene var i 2007 i tillegg markert forurensset med bly og sink (**Tabell 11**). Også nikkel-konsentrasjonen kvalifiserte for betegnelsen markert forurensset, men da bare på stasjon 3 utenfor deponiet på Fornes (**Tabell 11**). Resultatene fra analysene av kobolt, krom og kadmium på prøvene fra 2007 viste relativt lave verdier (lite til moderat forurensset) på alle stasjoner (**Tabell 11**).

Når metallinnholdet i sediment normaliseres mot innholdet av litium antydes en lokal kilde for påvirkning av Ni, Co, Cr å ligge nær stasjon 3 (deponiet på Fornes) (**Figur 12A**). I 1997 kunne dette også observeres for As. For de øvrige metaller (**Figur 12B**) antydes en jevnere avtagende påvirkning med økende avstand fra deponiet innerst i fjorden.

**Tabell 11.** Innhold av metaller ( $\mu\text{g/g t.s.}$ ), total mengde organisk karbon (TOC) (%) i bunnsedimenter fra stasjoner i Ballangen - (se for stasjonshenvisning). Analysene er utført etter oppslutning med salpetersyre (angitt som S) og fluss-syre (angitt som F). Observerte konsentrasjoner er klassifisert etter SFTs miljøkvalitetskriterier (Molvær et al. 1997) (Co etter Knutzen og Skei, 1990). i.a. = ikke analysert. A = Avstand fra deponeringsområdet på Ballangseira innerst i fjorden.

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	God/lite forurensset	
II	Mindre god/moderat forurensset	
III	Nokså dårlig/markert forurensset	
IV	Dårlig/sterkt forurensset	
V	Meget dårlig/meget sterkt forurensset	

A:

Oppslutnings- metode		S	S	F	S	S	S	F	S
Stasjoner/metall	A	Ni 1989 (0-2)	Ni 1997 (0-1)	Ni 1997 (0-1)	Ni 2007 (0-1)	As 1989 (0-2)	As 1997 (0-1)	As 1997 (0-1)	As 2007 (0-1)
	(km)								
St 1	1.5	21,3	i.a.	128	113	101	i.a.	88	62
St 2	2.3	20,2	i.a.	117	79,1	115	i.a.	68,1	49
St 3	3.3	12,0	690	589	553	38,1	64,2	82,5	37
St 4	4.5	i.a.	i.a.	187	98,5	i.a.	i.a.	44,0	21
St 5	5.2	19,8	i.a.	84,0	35,9	19,6	i.a.	29,3	14
St 6	5.5	11,1	i.a.	49,4	33,2	9,07	i.a.	20,7	8,2
St 7	8.0	10,9	i.a.	30,7	12	5,57	i.a.	16,0	6
St 8	9.8	i.a.	35,2	37,3	27,8	i.a.	17,3	17,7	13
St 8 (18-20 cm)	9.8	i.a.	i.a.	35,7	i.a.	i.a.	i.a.	6,2	i.a.
Høyt bakgrunns- nivå" ( $\mu\text{g/g t.v.}$ )		<30		<30		<20	<20	<20	

**Tabell 12** (fortsettelse)

B:

Oppslutnings- metode		S	S	F	S	S	S	F	S
Stasjoner/metall	A	Pb	Pb	Pb	Pb	Cu	Cu	Cu	Cu
	(km)	1989 (0-2)	1997 (0-1)	1997 (0-1)	2007 (0-1)	1989 (0-2)	1997 (0-1)	1997 (0-1)	2007 (0-1)
St 1	1.5	790	i.a.	672	385	1630	i.a.	1450	1160
St 2	2.3	680	i.a.	391	277	1550	i.a.	850	720
St 3	3.3	240	95,1	119	70,5	440	285	260	209
St 4	4.5	i.a.	i.a.	111	63	i.a.	i.a.	180	126
St 5	5.2	250	i.a.	137	95	420	i.a.	250	211
St 6	5.5	70	i.a.	86,5	55	100	i.a.	120	93,1
St 7	8.0	60,4	i.a.	70,0	24	50,5	i.a.	50	25,4
St 8	9.8	i.a.	21,8	50,0	30	i.a.	32	30	29,9
St 8 (18-20 cm)	9.8	i.a.	i.a.	26,9	i.a.	i.a.	i.a.	20	i.a.
Høyt bakgrunns- nivå" (µg/g t.v.)		<30	<30	<30	<30	<35	<35	<35	

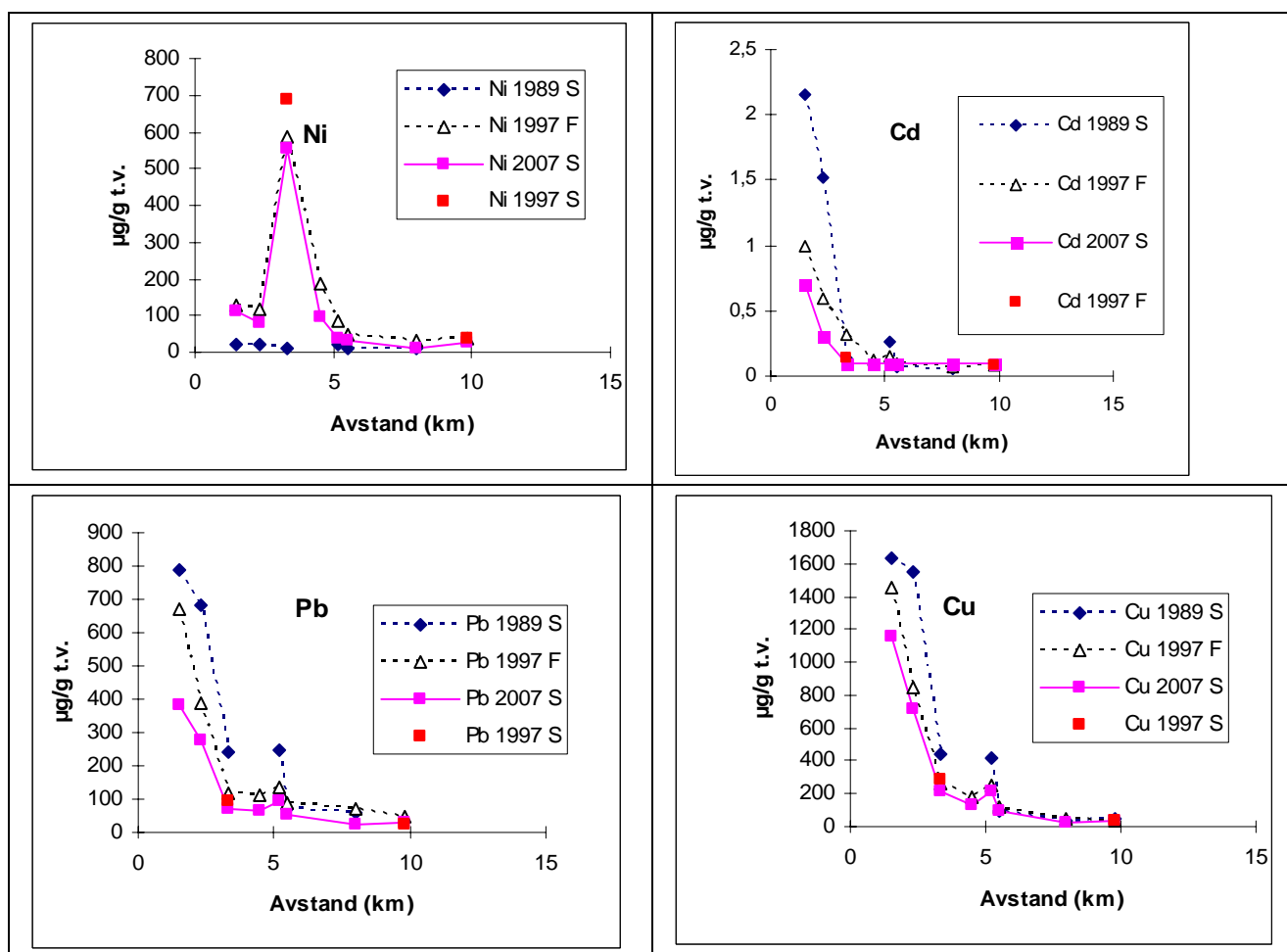
C:

Oppslutnings- metode		S	S	F	S	S	S	F	S
Stasjoner/metall	A	Zn	Zn	Zn	Zn	Cd	Cd	Cd	Cd
	(km)	1989 (0-2)	1997 (0-1)	1997 (0-1)	2007 (0-1)	1989 (0-2)	1997 (0-1)	1997 (0-1)	2007 (0-1)
St 1	1.5	1900	i.a.	1320	834	2,16	i.a.	1,00	0,7
St 2	2.3	1590	i.a.	850	577	1,52	i.a.	0,60	0,3
St 3	3.3	370	200	240	142	0,14	0,14	0,32	<0,2
St 4	4.5	i.a.	i.a.	170	96,3	i.a.	i.a.	0,12	<0,2
St 5	5.2	290	i.a.	200	109	0,26	i.a.	0,15	<0,2
St 6	5.5	110	i.a.	130	82,9	0,07	i.a.	0,09	<0,2
St 7	8.0	85,2	i.a.	120	45,8	0,06	i.a.	0,07	<0,2
St 8	9.8	i.a.	140	150	112	i.a.	0,08	0,08	<0,2
St 8 (18-20 cm)	9.8	i.a.	i.a.	140	i.a.	i.a.	i.a.	0,11	
Høyt bakgrunns- nivå" (µg/g t.v.)		<150	<150	<150	<150	<0,25	<0,25	<0,25	

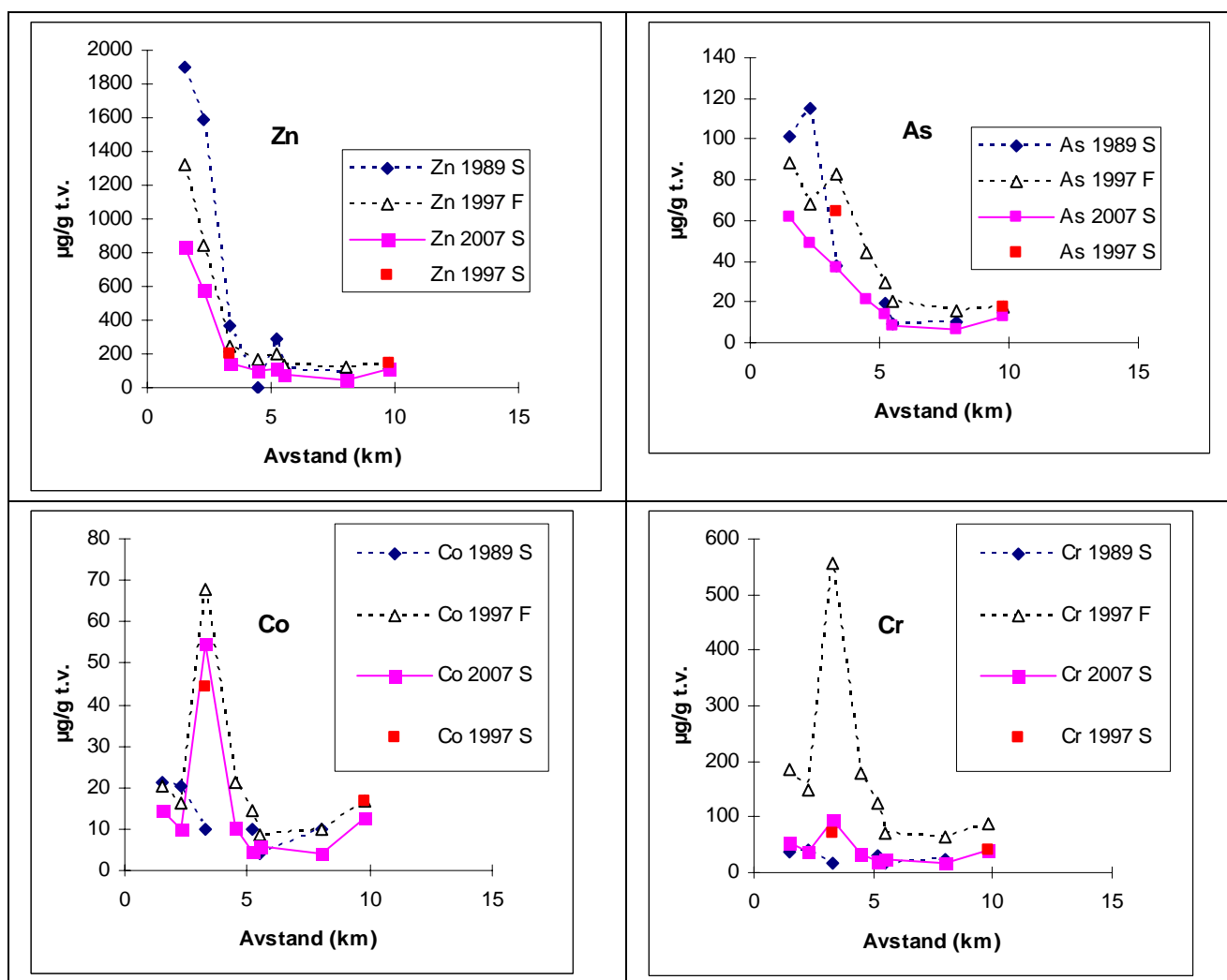
**Tabell 12** (fortsettelse)

D:

Oppslutnings- metode		S	S	F	S	S	S	F	S
Stasjoner/metall	A	Co	Co	Co	Co	Cr	Cr	Cr	Cr
	(km)	1989 (0-2)	1997 (0-1)	1997 (0-1)	2000 (0-1)	1989 (0-2)	1997 (0-1)	1997 (0-1)	2000 (0-1)
St 1	1.5	21,3	i.a.	20,2	14,6	37,6	i.a.	184	55,4
St 2	2.3	20,2	i.a.	16,4	10	40,3	i.a.	149	37,9
St 3	3.3	10	44,5	68,0	54,8	18,1	70,8	555	95,3
St 4	4.5	i.a.	i.a.	21,4	10,6	i.a.	i.a.	178	34,1
St 5	5.2	9,89	i.a.	14,6	4,7	29,7	i.a.	124	20,1
St 6	5.5	4,05	i.a.	8,5	5,7	18,2	i.a.	71	24,3
St 7	8.0	9,91	i.a.	9,8	4	23,8	i.a.	65	17,3
St 8	9.8	i.a.	16,6	16,6	12,5	i.a.	41,8	89	41,7
St 8 (18-20 cm)	9.8	i.a.	i.a.	13,9	i.a.	i.a.	i.a.	102	55,4
Høyt bakgrunns- nivå" (µg/g t.v.)		25	25	25		<70	<70	<70	

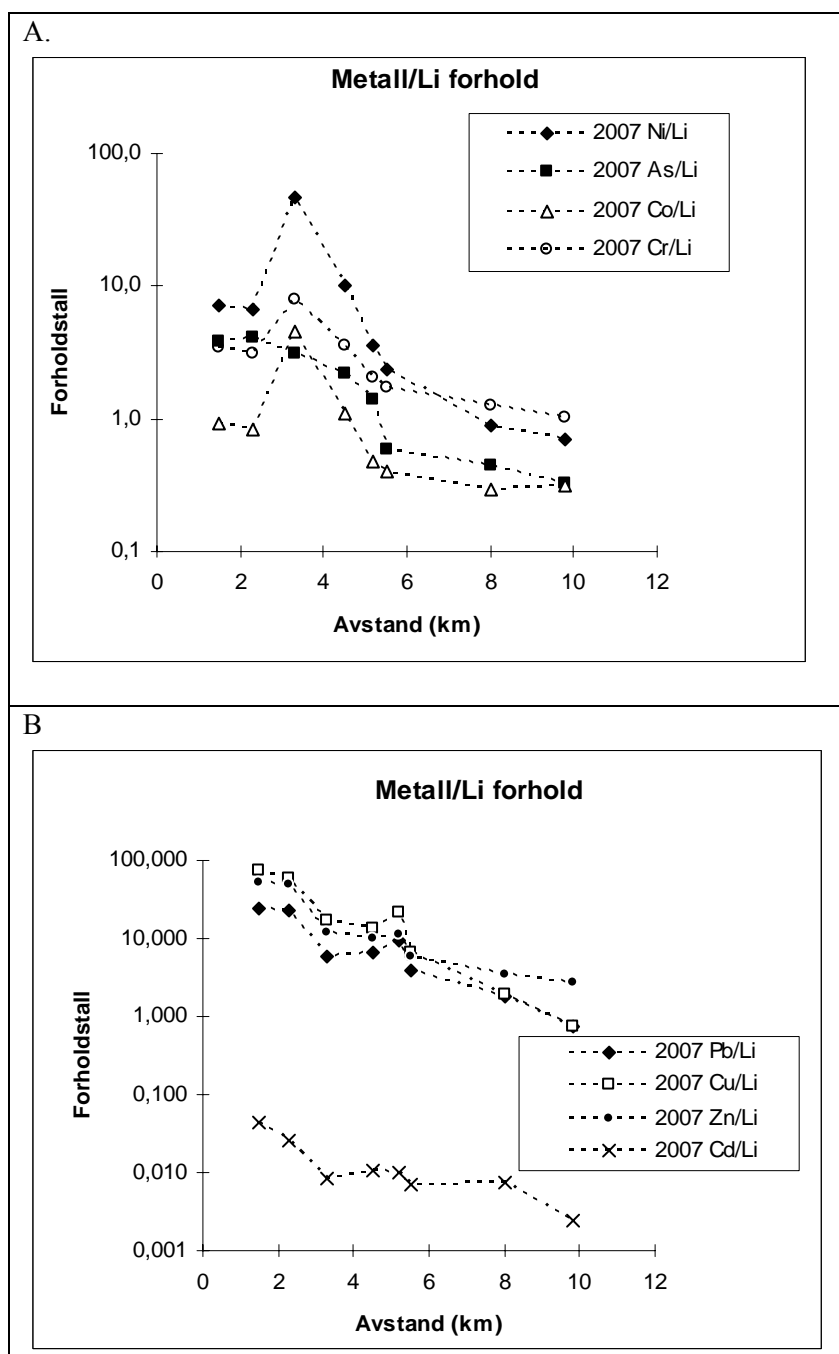


**Figur 10.** Konsentrasjoner av nikkel (Ni), kadmium (Cd), bly (Pb) og kobber (Cu) i bunnsedimenter innsamlet i Ballangsfjorden i 1989, 1997 og 2007. Figuren viser konsentrasjon som funksjon av avstand fra den indre delen av deponiet på Ballangseira. S=analyser foretatt etter svovelsyreoppslutning. F=analyser foretatt etter flyssyre-oppslutning.



**Figur 11.** Konsentrasjoner av sink (Zn), arsen (As), kobolt (Co) og krom (Cr) i bunnsedimenter innsamlet i Ballangsfjorden i 1989, 1997 og 2007. Figuren viser konsentrasjon som funksjon av avstand fra den indre delen av deponiet på Ballangseira. S=analyser foretatt etter svovelsyreoppslutning. F=analyser foretatt etter flyssyre-oppslutning.





**Figur 12.** Metall/Litium-forhold i sediment i ulik avstand fra deponiet innerst i fjorden i 2007.  
A: Ni, As, Co, Cr. B: Pb, Cu, Zn, Cd.

### 3.2.1 Samlet vurdering - metaller i sedimenter

Bunnsedimenter dannes av partikulært materiale i vannmassene som sedimenterer. Den naturlige sedimentasjonshastigheten i et område som Ballangsfjorden vil sannsynligvis være 1-2 mm/år. Tilførsler av avgang fra gruvedrift og deponiene vil kunne øke sedimentasjonshastigheten. Gruvedriften til Nikkel og Olivin A/S ble avsluttet i 2002. Prøver fra den øvre 1 cm av bunnsedimentene vil derfor i stor grad representere sedimenter avsatt både før og etter at Nikkel og Olivin A/S avsluttet driften.

Fjordbunnen innerst i fjorden (ut til ca 3-5 km) fremstod i 2007 fremdeles som betydelig forurensset av metaller. De relativt høye verdiene av Pb, Cu og Zn viser at overflatesedimentene i fjordbunnen fremdeles er sterkt påvirket av avgangen fra Bjørkåsen gruve, selv om påvirkningen i forhold til 1997 er noe mindre på de innerste stasjoner. Påvirkningen fra nikkel, krom og kobolt ser imidlertid ut til å være størst ved Fornes (st. 3). Nikkelkonsentrasjonene har endret seg relativt lite de siste 10 år og er vesentlig høyere enn før produksjonen til Nikkel og Olivin A/S startet i 1989 (særlig på stasjon 3 nær Fornes) (**Tabell 11**, **Figur 10**). Dette betyr trolig at Ballangsfjorden (og særlig området ved stasjon 3) fremdeles tilføres partikler med et relativt høyt innhold av nikkel.

I 2007 var det særlig den relativt høye konsentrasjonen av kobber i sedimentet som gjorde at de indre områdene av Ballangsfjorden kunne karakteriseres som sterkt forurensset (**Tabell 12**). Ser man bort fra kobber ville en få en forbedring tilsvarende en tilstandsklasse på stasjon 1-5.

Metallsammensetningen i avgangen fra Bjørkåsen gruve og Nikkel og Olivin A/S er forskjellig (se kapittel 1). Eksempelvis inneholdt avgangen fra Bjørkåsen vesentlig mer Cu, Pb og Zn og vesentlig mindre Ni enn avgangen fra Nikkel og Olivin A/S. Nedgangen i konsentrasjonen av Cu, Pb, Zn muligens også kadmium i sedimentet på de innerste stasjoner (**Figur 10** og **Figur 11**) og den relativt konstante konsentrasjonen av nikkel (**Figur 10**) kan således skyldes at de partikler som de senere år er transportert ut av deponiene og sedimentert i innerste del av fjorden, nå hovedsaklig består av avgang fra Nikkel og Olivin A/S som spres fra de ulike deponier. En slik transport vil gi en fortykning av de metaller som er mer fremtredende i avgangen fra Bjørkåsen gruve (eksempelvis Cu, Zn, Pb) og at metaller som er typiske for avgangen fra Nikkel og Olivin A/S holder seg mer konstant.

**Tabell 12.** Karakterisering av forurensningsgrad på de enkelte sedimentstasjoner ut fra det metallet som viser dårligst tilstand i sedimentet. Metallet som gir høyeste tilstandsklasse er angitt. Karakteriseringen er gjort for sedimentprøver innsamlet i 1997 og 2007. Analyseresultatene er klassifisert i tilstandsklasser i følge SFTs miljøkvalitetskriterier (Molvær et al. 1997).

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	God/lite forurensset	
II	Mindre god/moderat forurensset	
III	Nokså dårlig/markert forurensset	
IV	Dårlig/sterkt forurensset	
V	Meget dårlig/meget sterkt forurensset	

		Sediment 1997	Sediment 2007
Stasjoner	A (km)		
St 1	1.5	Cu, Pb	Cu
St 2	2.3	Cu	Cu
St 3	3.3	Cu, Ni, As, Cr	Cu, Ni
St 4	4.5	Cu, Ni	Cu
St 5	5.2	Cu, Pb	Cu
St 6	5.5	Ni, Pb, Cu, As, Cr	Ni, Pb, Cu
St 7	8.0	Ni, Pb, Cu	Ni, As, Pb, Cu, Zn, Cd, Cd, Cr
St 8	9.8	Ni, Pb, Zn, Cr	Pb

### 3.3 Bløtbunnsfauna

I **Tabell 13** vises resultatene av bløtbunnsanalysene som ble foretatt på de enkelte grabbprøvene som ble innsamlet i 2007 og i **Tabell 14** og **Figur 13** vises de samme faunaparametrene pr. stasjon for årene 1989, 1997 og 2007. Detaljerte faunadata (arter og individtall) er vist i kapittel 5. Vedlegg F.

I 1989 var bløtbunnsfaunaen klart påvirket av metallforurensningen av sedimentene i indre deler av fjorden (**Tabell 14, Figur 13**). Faunaen innerst i fjorden var karakterisert av forurensningstolerante arter og artsmangfoldet var lavt, men økte utover i fjorden. Det økende artsmangfoldet viste klar sammenheng med nedgangen av kobberkonsentrasjonen i sedimentet utover i fjorden (Helland og Rygg, 1991)

I 1997 kunne sammensetningen av bløtbunnsfaunaen tyde på en økt geografisk utbredelse av belastningseffektene mot Ofotfjorden siden 1989 (**Figur 13**), men kunne ikke knyttes direkte til endringer i metallbelastningen (Berge et al. 1998).

De beregnede indeksene indikerer at det har vært en forbedring i faunatilstanden på alle stasjoner fra 1997 til 2007, men tilstanden på de ytre stasjonene (BA3 og BA4) var fremdeles ikke like god som i 1989 (**Tabell 14, Figur 13**). På de 2 ytre stasjonene (BA3 og BA4) var det en nokså kraftig forverring fra 1989 til 1997. Forverringen i 1997 kunne ikke forklares ved metallforurensning av disse lokalitetene (Berge et al. 1998).

På de to innerste stasjonene var det en bedring i faunatilstanden både fra 1989 til 1997 og fra 1997 til 2007 (**Tabell 14**). På stasjon BA1 var bedringen svak. Bedringen var markert på BA2 fra 1997 til 2007.

På BA3 var det lavere artsmangfold ( $H'$  og ES100) enn på BA2 i 1997 og 2007, men innslaget av forurensningsømfintlige arter (ISI) var høyere.

**Tabell 13.** Faunaparametre pr. grabb i 2007 ES100= forventet antall arter blant 100 individer (Hurlbert 1971),  $H'$ =diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1963), ISI=indeks som angir forekomst av indikatorarter som er ømfintlige eller tolerante overfor forurensning (Rygg, 2002). Verdiene for de enkle faunaparameterene er klassifisert i tilstandsklasser i følge SFT's miljøkvalitetskriterier (Molvær et al. 1997).

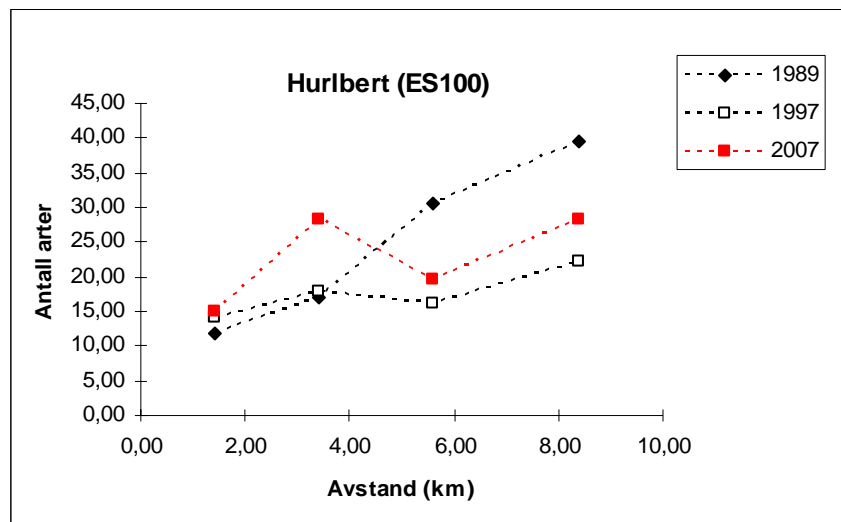
Klassifisering:

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	Meget god	
II	God	
III	Mindre god	
IV	Dårlig	
V	Meget dårlig	

Stasjon	År	Grabb	Arter	Individer	ES100	$H'$	ISI
BA1	2007	G1	29	863	14,7	2,95	6,23
BA1	2007	G2	26	559	12,6	2,68	5,41
BA1	2007	G3	30	955	13,9	2,71	5,86
BA1	2007	G4	33	613	16,5	3,21	5,78
BA2	2007	G1	44	368	25,1	4,05	8,22
BA2	2007	G2	42	248	27,4	4,05	8,10
BA2	2007	G3	40	271	27,2	4,07	7,21
BA2	2007	G4	41	243	27,6	4,35	8,10
BA3	2007	G1	34	292	19,5	3,12	8,49
BA3	2007	G2	32	275	20,1	3,14	8,42
BA3	2007	G3	35	512	17,9	3,08	8,22
BA3	2007	G4	35	435	18,7	3,14	8,06
BA4	2007	G1	46	232	30,7	4,29	9,71
BA4	2007	G2	38	310	24,3	3,67	9,46
BA4	2007	G3	33	246	24,4	3,47	9,75
BA4	2007	G4	48	254	30,5	4,21	9,48

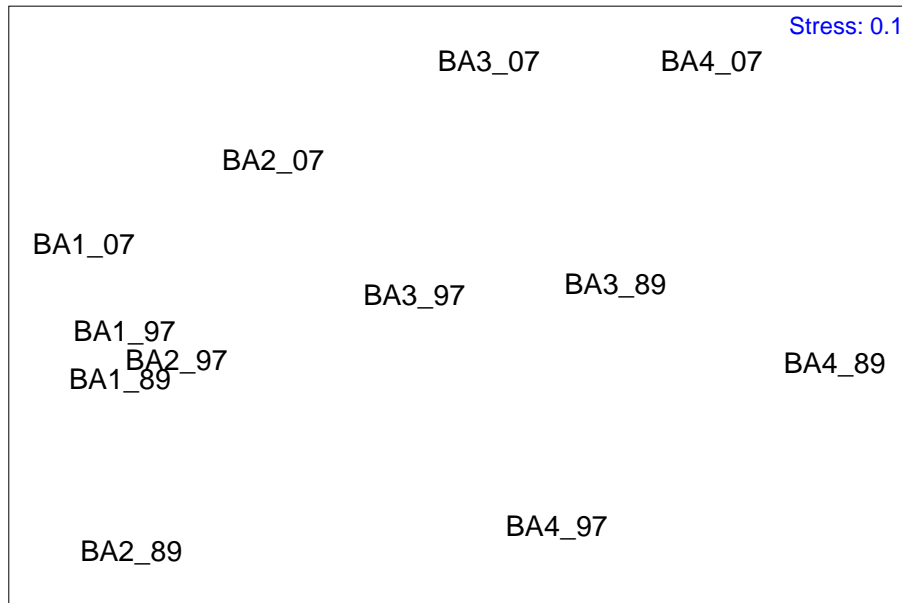
**Tabell 14.** Faunaparametere pr. stasjon i 1989, 1997 og 2007. ES100= forventet antall arter blant 100 individer (Hurlbert 1971), H=diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1963), ISI=indeks som angir forekomst av indikatorarter som er ømfintlige eller tolerante overfor forurensning (Rygg, 2002). For klassifisering se Tabell 13.

Stasjon	År	Arter	Individer	ES100	H'	ISI
BA1	1989	38	4218	11,9	2,58	6,22
BA1	1997	44	3870	14,2	2,98	5,65
BA1	2007	59	2990	15,0	3,01	6,44
BA2	1989	36	403	16,9	2,95	7,38
BA2	1997	56	2984	17,9	3,27	7,29
BA2	2007	72	1130	28,3	4,44	8,26
BA3	1989	80	632	30,7	3,47	9,62
BA3	1997	71	3447	16,2	2,75	8,64
BA3	2007	66	1514	19,6	3,27	8,94
BA4	1989	109	1031	39,5	5,32	10,08
BA4	1997	76	869	22,1	3,12	9,05
BA4	2007	77	1042	28,4	4,17	9,92



**Figur 13.** Forventet antall bløtbunnsarter blant 100 individer (ES100) beregnet etter Hurlbert (1971). Figuren viser ES100 på stasjoner i ulik avstand fra den indre delen av deponiet på Ballangseira.

I **Figur 14** vises resultatene av en MDS-analyse basert på forekomst av bløtbunnsfauna på den enkelte stasjon for årene 1989, 1997 og 2007. Avstanden mellom stasjonskodene i plottet angir graden av ulikhet i faunasammensetningen. F. eks. har prøvene fra stasjon BA1 i 1989 (BA1\_89) og 1997 (BA1\_97) en svært lik fauna fordi de ligger nær hverandre i plottet. Fra venstre til høyre i plottet framtrer det en gradvis faunaforskjell fra innerst til ytterst i Ballangen.



**Figur 14.** MDS-plott av likheten mellom stasjonene i 1989, 1997 og 2007 (arter er slått sammen til slekter før analysen).

Fra nederst til øverst i plottet framtrer det en tidsutvikling i faunaen fra 1989 til 2007 som er konsistent i hele undersøkelsesområdet og kan tyde på en naturlig biologisk svingning.

Nivåene av metaller i sedimentene viste lignende stedsgradienter i 2007 som i 1997, men verdiene var jevnt over litt lavere for alle metaller på alle stasjoner. Fra 1989 til 1997 økte nikkelnivået kraftig fra 1989 til 1997 på stasjon BA2 som ligger ved det nye deponiet, og nikkelnivået var fremdeles høyt på denne stasjonen i 2007. Dette så ikke ut til å ha påvirket faunaen på stasjonen. Kobber og bly har i hele perioden hatt meget høye konsentrasjoner i sedimentene innerst i fjorden. Konsentrasjonene har gått gradvis ned i hele fjordområdet fra 1989 til 2007, men er fremdeles høye innerst i fjorden. Dette kan forklare at faunatilstanden er dårligst på den innerste stasjonen.

### 3.3.1 Samlet vurdering - bløtbunnsfauna

Bløtbunnsfaunaen vil påvirkes av bunnsedimentene den lever på og i, og den reflekterer på denne måten kvaliteten på sedimentene og vannet umiddelbart over dette. Bløtbunnsfaunetallet på alle fire stasjoner var påvirket i 1997, men viste tydelige forbedringer i 2007 i form av øket artsmangfold.

Resultatene fra foreliggende undersøkelse tyder dermed på at belastningseffektene i Ballangsfjorden frem mot 2007 er reversert i forhold til det som var tilfelle for 10 år siden. Bedømt ut fra faunasammensetningen har reduksjonen i belastningseffektene vært størst på stasjonen ved Fornes, men relativt liten på den innerste stasjonen ved Ballangseira.

## 3.4 Metaller i grisetang

Innholdet av metaller i grisetang i perioden 1989-2007 ses i **Tabell 15** (rådata er presentert i vedlegg G). Konsentrasjonen av de ulike metaller utover i Ballangsfjorden er også vist i **Figur 15** og **Figur 16**. På de to ytterste stasjonene i Ballangsfjorden (St. 3 og St. 6) var konsentrasjonen av alle metaller meget lave. For As og Cd ble det i 2007 også observert lave konsentrasjoner (lite forurensning) på alle de

øvrige stasjoner (**tabell 15**). De observerte konsentrasjonene av Co, Cr og Zn var også i hovedsak lave. Co og Cr viste imidlertid svakt forhøyede verdier nær deponiet på Fornes og likeledes for Zn på eller nær selve fyllingen rundt deponiet på Ballangseira (FØ, FV). Konsentrasjonen av nikkel var heller ikke spesielt høy på noen av stasjonene (maks tilstandsklasse = II), men resultatene viser likevel svakt forhøyede verdier både ved deponiet på Fornes og nær deponiet på Ballangseira (**Tabell 15**).

De høyeste metallverdier ble observert for Cu og Pb. For Cu ble de høyeste verdiene (markert forurensset) observert nær Ballangseira (FØ, FV, 12, 11) og ved Fornes (4A). For Pb ble det observert høye verdier (markert forurensset) på en av stasjonene på fyllingen rundt deponiet på Ballangseira (FV).

For metallene Cu, Pb, Cd og Zn kunne en spore en klar tendens til noe høyere konsentrasjoner innerst i fjorden (**Figur 3**) enn lenger ut. Dette var også tilfelle for Ni, Co og Cr, men for disse metallene kunne en også observere et maksimum 3-4 km ut i fjorden (dvs. i området til deponiet på Fornes) (**Figur 16**). Arsen var det eneste grunnstoffet som hadde en jevn fordeling i hele fjorden (**Figur 16**).

I forhold til undersøkelsene i 1997 viser resultatene fra 2007 en tendens til økende konsentrasjoner for As, Cu, Pb og Zn (**Tabell 15**). For arsen og sink er økningen foreløpig relativt uddramatisk siden nivåene som er observert fremdeles er relativt lave. For bly og kobber er situasjonen mer bekymringsfull siden nivåene som er observert er relativt høye med den største økningen innerst i fjorden og foreløpig nesten ingen økning på de ytre stasjonene (**Figur 17**). Konsentrasjonene av Cd, Co, Ni og Cr (unntatt på st 4A) har gått ned eller ligger i samme nivå som 10 år før.



**Tabell 15.** Metaller i grisetang ( $\mu\text{g/g t.v.}$ ) fra stasjoner i Ballangen. Stasjonene er klassifisert i tilstandsklasser [Zn, Cu, Ni, Cd i følge SFTs miljøkvalitetskriterier (Molvær et al. 1997), Co i følge foreløpig forslag i Knutzen og Skei, 1990] etter innholdet av de ulike metaller i grisetang. XB = konsentrasjon dividert med bakgrunnskonsentrasjon for mest belastet stasjon. i.a. = ikke analysert. A = Avstand fra deponeringsområdet innerst i fjorden. Fargekode brukt på ulike tilstandsklasser i tabellen:

Tilstandsklasse	Tilstand/forurensningsgrad	Markering
I	God/lite forurensset	
II	Mindre god/moderat forurensset	
III	Nokså dårlig/markert forurensset	
IV	Dårlig/sterkt forurensset	
V	Meget dårlig/meget sterkt forurensset	

A:

	A (km)	As 89	As 91	As 93	As 97	As 07	Cd 89	Cd 91	Cd 93	Cd 97	Cd 07
<b>FV</b>	1,1					38					0,213
<b>FØ</b>	1,4					38,6					0,256
<b>St 12</b>	1.5	i.a.	i.a.	i.a.	24,6	38,4	i.a.	i.a.	0,17	0,34	0,163
<b>St 11</b>	1.6	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	36,9	i.a.	i.a.	0,30	i.a.	0,158
<b>St 1</b>	2.8	i.a.	i.a.	i.a.	19,3	39,6	0,12	0,08	0,19	0,20	0,15
<b>St 4A</b>	3.0	i.a.	i.a.	i.a.	24,0	41,4	0,13	0,08	0,18	0,22	0,141
<b>St 4b</b>	4.0	i.a.	i.a.	i.a.	22,9	39,6	i.a.	0,06	0,20	0,14	0,112
<b>St 2</b>	5.4	i.a.	i.a.	i.a.	18,2	41,2	0,13	0,1	i.a.	0,16	0,133
<b>St 5</b>	6.2	i.a.	i.a.	i.a.	21,3	35,8	0,11	0,07	i.a.	0,13	0,122
<b>St 3</b>	7.6	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	44,1	0,12	0,1	0,15	i.a.	0,165
<b>St 6</b>	10.4	i.a.	i.a.	i.a.	19,6	44,6	0,10	0,08	0,15	0,17	0,142
<b>XB</b>					<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
"Høyt bakgrunns- nivå" ( $\mu\text{g/g t.v.}$ )		<50	<50	<50	<50	<50	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5

Tabell 15 (fortsettelse)

B:

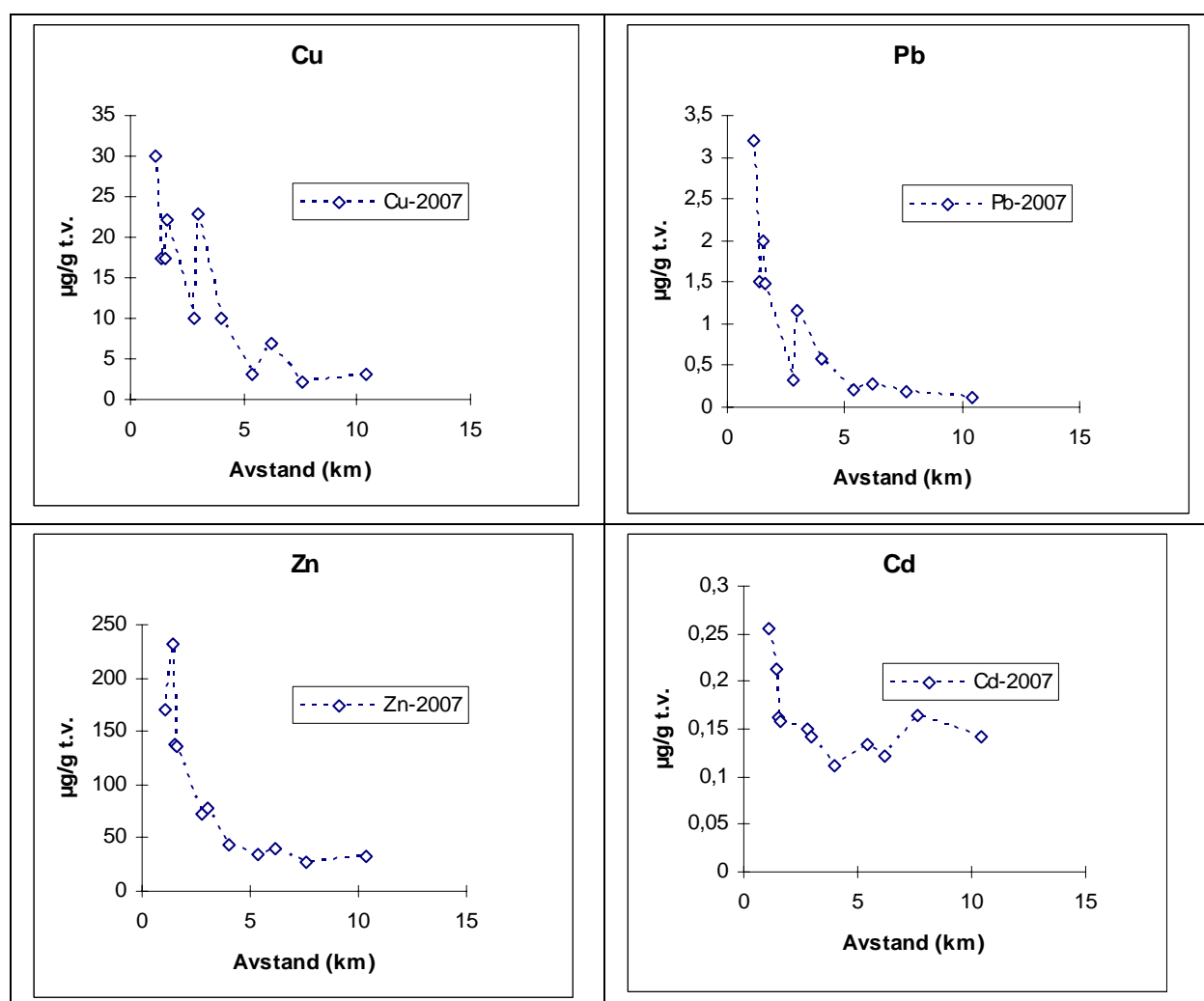
	A (km)	Co 89	Co 91	Co 93	Co 97	Co 07	Cr 89	Cr 91	Cr 93	Cr 97	Cr 07
FV	1,1					1,84					0,73
FØ	1,4					1,41					0,94
St 12	1.5	i.a.	i.a.	1,07	1,01	0,992	i.a.	i.a.	0,39	0,85	0,45
St 11	1.6	i.a.	i.a.	1,40	i.a.	0,727	i.a.	i.a.	0,64	i.a.	0,45
St 1	2.8	<0,5	0,3	0,86	0,90	0,631	0,19	i.a.	0,64	0,21	0,23
St 4a	3.0	0,62	0,6	1,25	1,28	0,783	0,38	i.a.	0,62	0,38	1,61
St 4b	4.0	i.a.	1,3	2,71	3,29	2,92	i.a.	i.a.	0,56	0,45	0,98
St 2	5.4	<0,5	<0,3	i.a.	0,44	0,365	0,19	i.a.	i.a.	0,20	0,17
St 5	6.2	<1,3	<0,3	i.a.	1,69	0,919	0,29	i.a.	i.a.	0,36	0,41
St 3	7.6	<0,5	0,2	0,62	i.a.	0,418	0,17	i.a.	0,45	i.a.	0,45
St 6	10.4	<0,6	<0,6	0,5	0,57	0,464	0,23	i.a.	0,59	0,25	0,28
XB		<1	<1	1,37	1,64	1,41	<1	<1	<1	<1	
"Høyt bakgrunns- nivå" (µg/g t.v.)		<2	<2	<2	<2		<1	<1	<1	<1	<1

C:

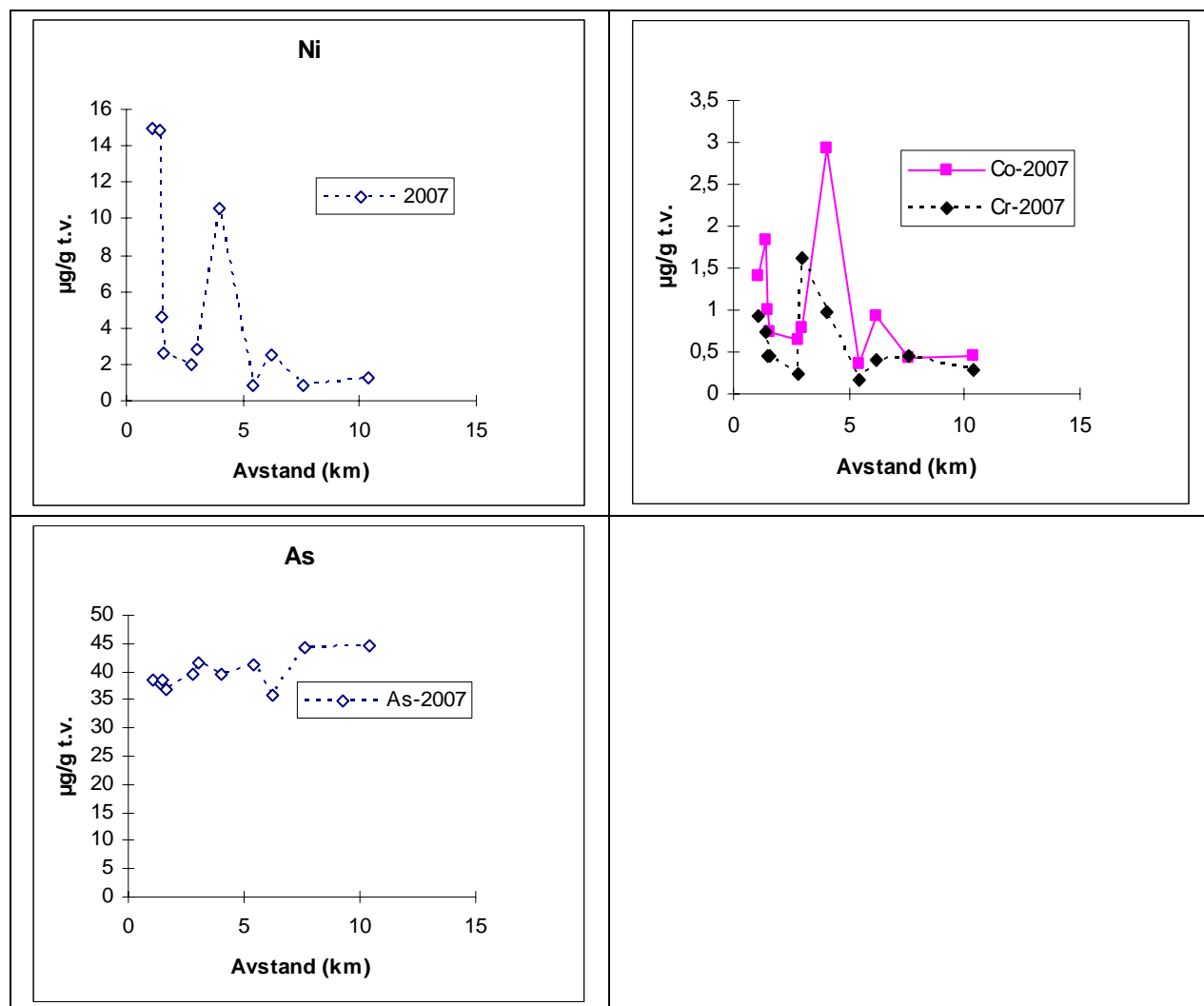
	A (km)	Cu 89	Cu 91	Cu 93	Cu 97	Cu 07	Ni 89	Ni 91	Ni 93	Ni 97	Ni 07
FV	1,1					30,1					15
FØ	1,4					17,3					14,9
St 12	1.5	i.a.	i.a.	10,9	14,1	17,3	i.a.	i.a.	2,57	6,25	4,62
St 11	1.6	i.a.	i.a.	14,1	i.a.	22,1	i.a.	i.a.	4,34	i.a.	2,64
St 1	2.8	24,0	6,92	10,1	6,92	10,1	<0,5	1,69	2,16	1,87	1,99
St 4a	3.0	17,8	11,34	11,7	10,1	22,9	2,67	4,7	2,84	5,38	2,86
St 4b	4.0	i.a.	6,19	15,7	6,85	10,1	i.a.	5,05	13,2	11,0	10,6
St 2	5.4	2,75	1,67	i.a.	1,37	3,19	<0,5	1,01	i.a.	1,72	0,825
St 5	6.2	5,64	3,57	i.a.	3,79	6,89	<1,3	1,11	i.a.	3,51	2,51
St 3	7.6	1,76	1,15	2,17	i.a.	2,1	<0,5	0,6	1,03	i.a.	0,868
St 6	10.4	4,34	1,56	4,10	1,36	3,11	<0,6	0,87	1,25	1,56	1,3
XB		4,8	2,3	3,1	2,8	6	<1	1	<1	2,2	3
"Høyt bakgrunns- nivå" (µg/g t.v.)		<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5

D: Tabell 15 (fortsettelse)

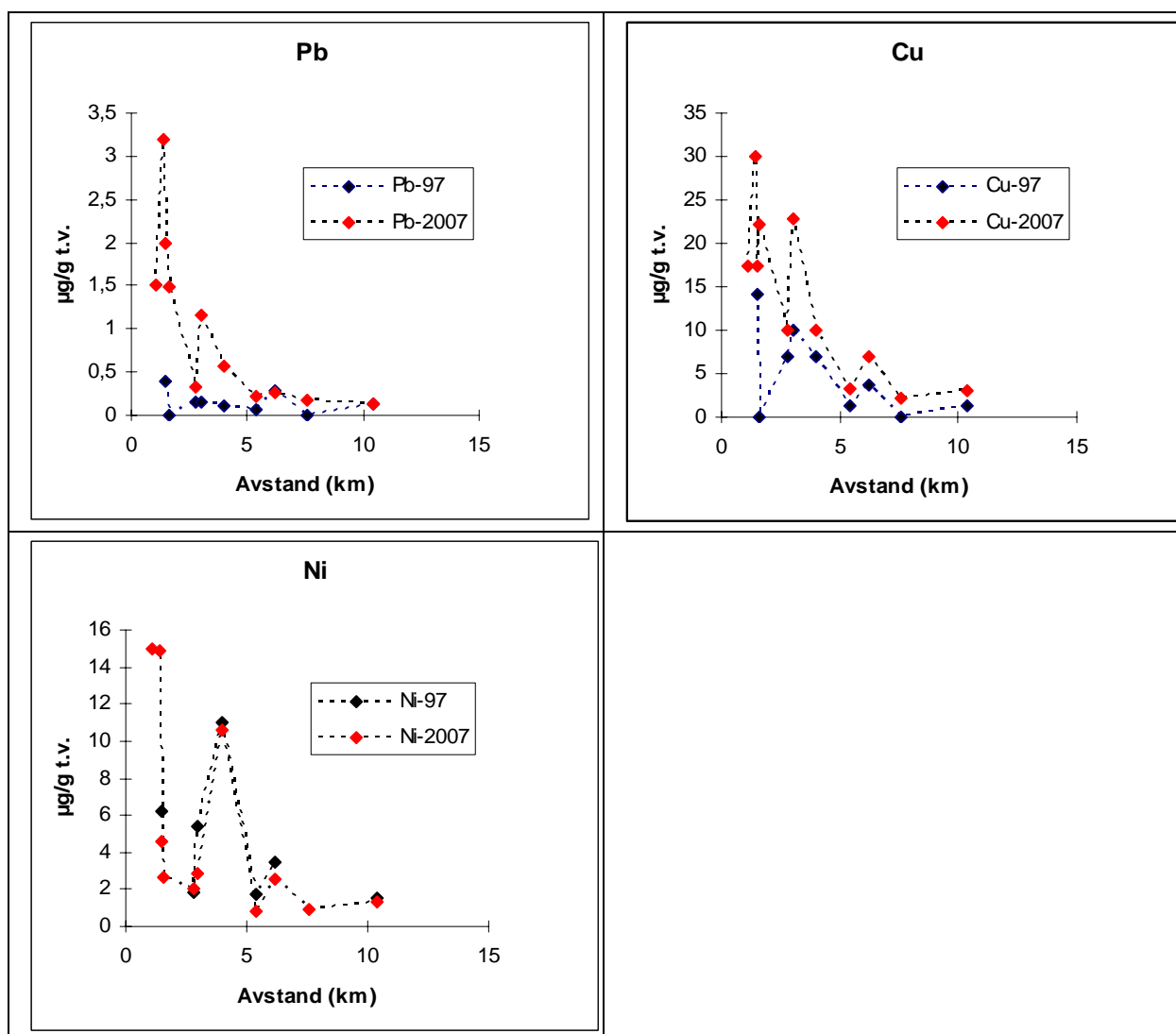
	A (km)	Pb 89	Pb 91	Pb 93	Pb 97	Pb 07	Zn 89	Zn 91	Zn 93	Zn 97	Zn 07
<b>FV</b>	1,1					3,19					232
<b>FØ</b>	1,4					1,51					171
<b>St 12</b>	1.5	i.a.	i.a.	0,15	0,39	2	72,6	i.a.	i.a.	103	138
<b>St 11</b>	1.6	i.a.	i.a.	0,37	i.a.	1,49	159	i.a.	i.a.	i.a.	135
<b>St 1</b>	2.8	0,75	0,48	0,12	0,16	0,333	68,0	76,3	76,7	56,1	72,6
<b>St 4A</b>	3.0	0,71	0,5	0,26	0,15	1,17	79,8	87,7	123	61,8	78,4
<b>St 4b</b>	4.0	i.a.	0,28	0,27	0,11	0,573	58,1	44,2	i.a.	32,2	43,9
<b>St 2</b>	5.4	0,38	0,28	i.a.	0,07	0,209	i.a.	27,8	26,4	18,1	34,4
<b>St 5</b>	6.2	0,29	0,18	i.a.	0,29	0,272	i.a.	33,2	36,7	29,3	40,6
<b>St 3</b>	7.6	0,31	0,28	<0,05	i.a.	0,183	31,1	20,1	19,1	i.a.	27,5
<b>St 6</b>	10.4	0,35	0,24	<0,05	0,13	0,122	27,9	23,9	25,4	29,2	31,9
<b>XB</b>		<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1		
"Høyt bakgrunns- nivå" (µg/g t.v.)		<1	<1	<1	<1	<1	<150	<150	<150		<150



**Figur 15.** Konsentrasjonen av kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn) og kadmium (Cd) i grisettang utover i Ballangsfjorden.



**Figur 16.** Konsentrasjonen av nikkell (Ni), kobolt (Co), krom (Cr) og arsen (As) i grisetang utover i Ballangsfjorden.



**Figur 17.** Konsentrasjonen av bly (Pb), kobber (Cu) og nikkel (Ni) i grisetang innsamlet utover i Ballangsfjorden i 1997 og 2007.

Grisetang vokser i fjæra og er i hovedsak eksponert for de løste metallene som til enhver tid måtte finne seg i overflatevannet. Tang tar opp metaller over tid og konsentrasjonen vil derfor representere en akkumulert respons forårsaket av de varierende konsentrasjoner en har i vannet på hver lokalitet. Konsentrasjonen av metaller i vann gir imidlertid i hovedsak et øyeblikksbilde som vil kunne variere mer over tid, avhengig av lokale vind- og strømforhold, enn tang.

### 3.4.1 Samlet vurdering - metaller i grisetang

Hovedtendensen for flertallet av metallene (Cu, Pb, Zn, Cd) er at konsentrasjonen i både tang og overflatevann avtar med økende avstand fra deponiet ut til ca 2-5 km. Dette gjør at miljøkvaliteten er best ytterst i fjorden og avtar noe innover mot Ballangseira (**Tabell 16**). Resultatene fra analyse av grisetang tyder på at miljøtilstanden ikke har endret seg i ytre del av fjorden, mens den er blitt noe forverret i den indre del (**Tabell 16**). Også for Ni observeres de høyeste konsentrasjoner i begge medier i den innerste delen av fjorden. Resultatene fra analyse av grisetang tyder på en lokal, moderat, men økende påvirkning fra utlekking av metaller innerst i fjordbunnen. Denne påvirkning var såpass

betydelig at grisetang fra enkelte stasjoner i indre område (ut til ca 3 km) kunne karakteriseres som markert forurensset med kobber og for en stasjon (FV) også med bly.

**Tabell 16.** Karakterisering av forurensningsgrad på de enkelte stasjoner ut fra det metallet som i 1997 og 2007 viste dårligst tilstand i grisetang (se **Tabell 15** for karakterisering basert på enkeltmetaller). Metall(er) som gir høyeste tilstandsklasse er angitt. Analyseresultatene er klassifisert i tilstandsklasser i følge SFTs miljøkvalitetskriterier (Molvær et al. 1997). Se tabell 15 for fargekode.

Stasjon	Avstand (km)	1997	2007
FØ	1,1	i.a.	Cu
FV	1,4	i.a.	Cu, Pb
St 12	1.5	Cu, Ni	Cu
St 11	1.6	i.a.	Cu
St 1	2.8	Cu, Ni	Cu
St 4A	3.0	Cu, Ni	Cu
St 4b	4.0	Co, Cu, Ni	Co, Cu, Ni
St 2	5.4	Alle analyserte metaller	Alle analyserte metaller
St 5	6.2	Alle analyserte metaller	Cu
St 3	7.6	i.a.	Alle analyserte metaller
St 6	10.4	Alle analyserte metaller	Alle analyserte metaller

### 3.5 Metaller og arsen i blåskjell







De observerte konsentrasjoner av metaller og arsen i blåskjell var i hovedsak lave i prøvene fra stasjonene innsamlet i 2007 (**Tabell 17**, rådata er presentert i vedlegg H). I følge SFTs retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann (Molvær et al. 1997) og de observerte metallkonsentrasjoner kunne områdene der skjellene ble innsamlet klassifiseres som ubetydelig til moderat forurensset (**Tabell 17**).

Konsentrasjonen av Cu og Cd lå på alle stasjoner og år lavere enn det som er øvre grense for tilstandsklasse 1 (Ubetydelig-lite forurensset), men også for disse to metallene ble de laveste konsentrasjonene observert på den ytre stasjonen og noe høyere verdier på stasjonene nær Ballangslaira (**Figur 18**). Konsentrasjonen av bly var omtrent den samme i skjell innsamlet i 2007 sammenlignet med de som ble innsamlet i 1997 (**Figur 19**). Konsentrasjonen av bly i skjell fra de to innerste stasjonene (FV, FØ som ikke ble innsamlet i 1997) var klart høyere enn stasjonene lenger ut og kunne karakteriseres som moderat forurensset med bly. Konsentrasjonen av arsen varierte lite med avstanden fra deponiet på Ballangslaira. Dette kan tyde på at det ikke er noen arsenkilde i selve Ballangslaira. Konsentrasjonen av arsen hadde imidlertid økt en del i forhold til det som ble observert i 1997 (**Figur 19**). Konsentrasjonen av nikkel varierte en del (**Figur 19**). Den noe høye verdien på den ytterste stasjonen i 2007 er vanskelig å forklare.

Totalt sett tyder resultatene på en noe større tilgjengelighet av metaller innerste del av fjorden enn lenger ut. Det må imidlertid presiseres at selv på den innerste stasjonen så var partikkel-/metall-eksponeringen ikke større enn at området i verste fall kunne karakteriseres som moderat forurensset.

**Tabell 17.** Konsentrasjonene av metaller i blåskjell fra 3 områder i Ballangsfjorden.

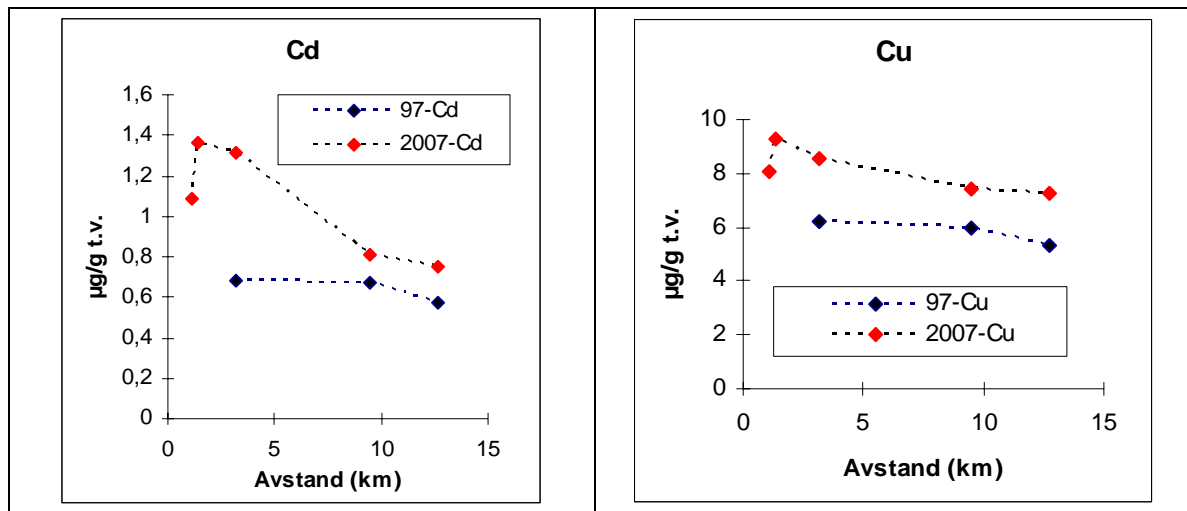
Konsentrasjon av metaller i blåskjell oppgitt som µg/g t.v. Konsentrasjonen er beregnet på basis av et antatt tørrstoffinnhold på 20 %. Data fra de enkelte stasjoner (middelverdi) er klassifisert ifølge SFTs klassifiseringssystem (Molvær et al. 1997).

	I. Ubetydelig-lite forurenset		II. Moderat forurenset		III. Markert forurenset		IV. Sterkt forurenset
	V. Meget sterkt forurenset		Ikke i klassifiseringssystem/ kan ikke klassifiseres				

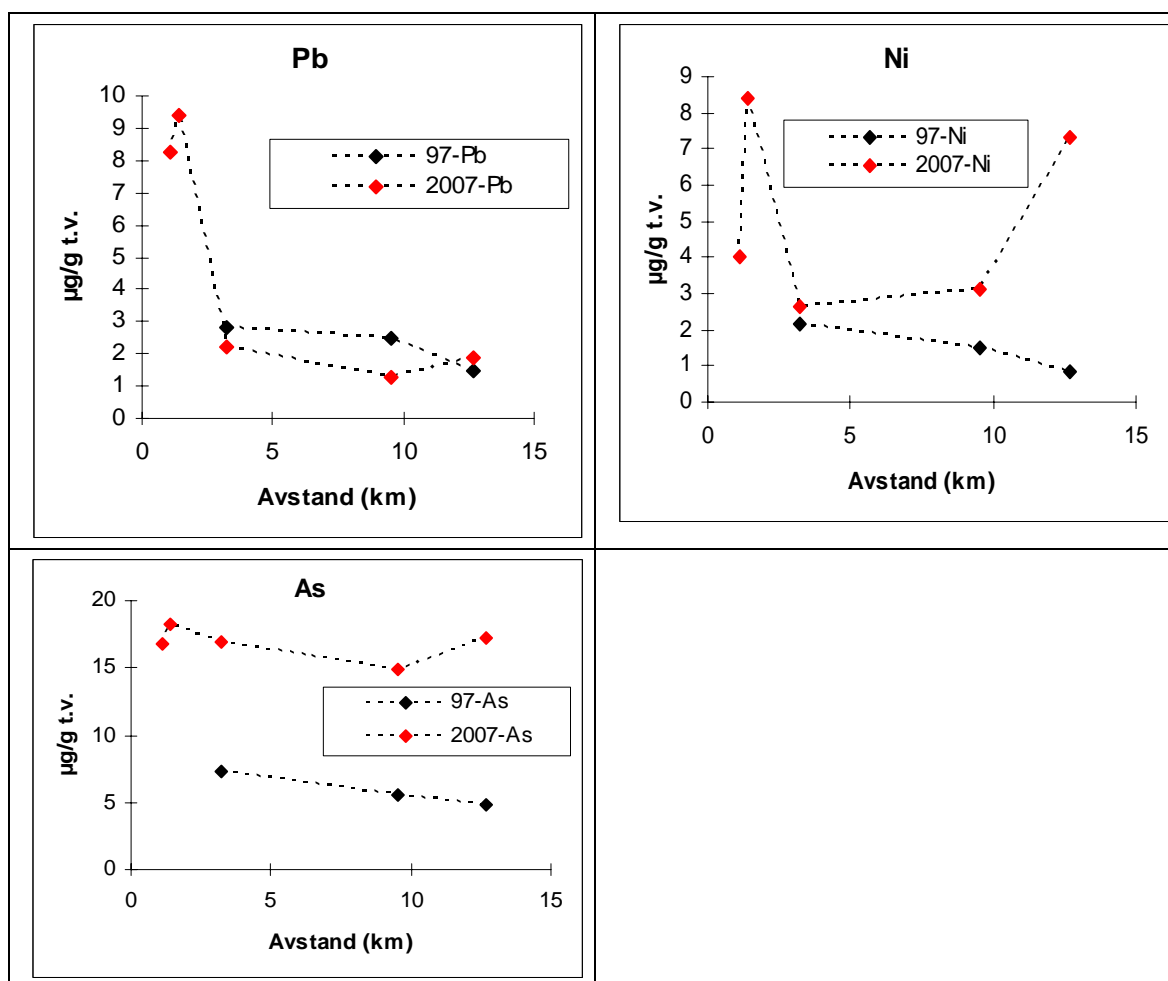
Område	Avstand (km)	1997 As	2007 As	1997 Cd	2007 Cd	1997 Cu	2007 Cu
Ballangseira (FØ)	1,1	i.a.	16,86	i.a.	1,09	i.a.	8,05
Ballangseira (FV)	1,4	i.a.	18,24	i.a.	1,36	i.a.	9,25
Indre (BI)	3,2	7,33	16,97	0,68	1,31	6,17	8,51
Midtre (BM)	9,5	5,50	14,94	0,67	0,81	6,00	7,44
Ytre (BY)	12,7	4,83	17,19	0,57	0,75	5,33	7,25
XB		<1	1,8	<1	<1	<1	<1
Øvre grense for klasse I (µg/kg t.v.)		10		2		10	

Område	Avstand (km)	1997 Hg	2007 Hg	1997 Ni	2007 Ni	1997 Pb	2007 Pb
Ballangseira (FØ)	1,1	i.a.	0,05	i.a.	3,99	i.a.	8,28
Ballangseira (FV)	1,4	i.a.	0,06	i.a.	8,43	i.a.	9,37
Indre (BI)	3,2	0,011	0,05	2,17	2,63	2,83	2,23
Midtre (BM)	9,5	0,011	0,06	1,50	3,13	2,50	1,29
BY	12,7	0,012	0,08	0,83	7,32	1,50	1,86
XB		<1	<1	<1	1,7	<1	3,1
Øvre grense for klasse I (µg/kg t.v.)		0,2		5		3	





**Figur 18.** Konsentrasjonen av kadmium (Cd) og kobber (Cu) i blåskjell innsamlet utover i Ballangsfjorden i 1997 og 2007.



**Figur 19.** Konsentrasjonen av bly (Pb), nikkel (Ni) og arsen (As) i blåskjell innsamlet utover i Ballangsfjorden i 1997 og 2007.

### 3.6 Metaller og arsen i filet av torsk, rødspette og sandflyndre

Med unntak av innholdet av kvikksølv i torskefilet inngår ikke metaller og arsen i fisk som en del av SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997). For de øvrige metaller/fiskearter har en derfor benyttet bakgrunnsnivåer foreslått av Knutzen og Skei (1990) for sammenligning.

Det ble i filet av fisk fra begge innsamlingsområder (FY og FI) og begge år i hovedsak observert lave metallkonsentrasjoner (dvs. under eller svært nær det som er antatt som øvre grense for bakgrunnsnivå i tilsvarende eller nærstående art) (**Tabell 18-Tabell 21**, rådata er presentert i vedlegg I).

For metallene kadmium, kobber og til dels nikkel ble det i 2007 observert omtrent de samme konsentrasjonene som i 2000 eller en nedgang fra det nivået som allerede i 2000 i hovedsak var lavt. Relativt sett var nedgangen i konsentrasjon for disse tre metallene størst i torskelever.

Konsentrasjonen av arsen hadde imidlertid økt i alle fiskeslag og stasjoner (**Figur 20**). Relativt sett var denne økningen størst på den indre stasjonen (**Tabell 19, Figur 20**). Selv om nivåene av arsen hadde øket, lå nivåene med et mulig unntak av i filet fra rødspette under eller svært nær det som kan antas å være bakgrunnskonsentrasjonen. Selv i rødspette lå imidlertid ikke konsentrasjonsnivået mer en ca 2.6



ganger antatt bakgrunnskonsentrasjon og for både rødspette og sandflyndre ble de laveste konsentrasjoner funnet i fisk fra det indre innsamlingsområdet (**Figur 20**).

Konsentrasjonen av kvikksølv i torskefilet fra begge stasjoner hadde også øket noe fra 2000 til 2007 (**Figur 21**) slik at nivået i 2007 lå 1,6-1,7 ganger antatt bakgrunnsnivå (**Tabell 22**). Konsentrasjonen av kvikksølv i sandflyndre fra den ytre stasjonen lå i 2000 ca 2.5 ganger bakgrunnskonsentrasjonen, men var i 2007 redusert til 1,5 ganger denne konsentrasjonen.



Totalt sett, men med noen få unntak, synes det ikke å opptre vesentlig forhøyede konsentrasjoner av metaller i filet fra fisk innfanget i Ballangsfjorden.

**Tabell 18.** Konsentrasjonen av metaller ( $\mu\text{g/g}$  v.v.) i filet av torsk innfanget fra indre og ytre område i Ballangsfjorden i 2000 og 2007. Fra hvert av de 2 områdene er det analysert 3 prøver a 5 fisk.

*Klassifisering av Hg*

	I. Ubetydelig- lite forurenset		II. Moderat forurenset
---	-----------------------------------	---	---------------------------

*Klassifisering av de øvrige metaller*



	Under øvre grense for bakgrunnskonsentrasjon		Over bakgrunnskonsentrasjon
---	---	---	-----------------------------

Område	År	As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb
Indre (prøve 1)	2000	1,2	<0,002	0,3	0,11	<0,01	<0,01
Indre (prøve 2)	2000	1,4	<0,002	0,5		<0,01	<0,01
Indre (prøve 3)	2000	1,3	<0,002	0,4		<0,01	<0,01
<b>Gjennomsnitt, FI (prøve 1-3)</b>	2000	<b>1,30</b>	<0,002	<b>0,40</b>		<0,01	<0,01
Indre (prøve 1)	2007	2	<0,001	0,54	0,12	<0,02	<0,02
Indre (prøve 2)	2007	3,9	<0,001	0,295	0,22	<0,02	<0,02
Indre (prøve 3)	2007	0,922	<0,001	0,307	0,17	<0,02	<0,02
<b>Gjennomsnitt, FI (prøve 1-3)</b>	2007	<b>2,274</b>	<0,001	<b>0,38067</b>	<b>0,17</b>	<0,02	<0,02
Ytre (prøve 1)	2000	2,3	<0,002	0,5	0,1	<0,01	<0,01
Ytre (prøve 2)	2000	1,6	<0,002	0,7		<0,01	<0,01
Ytre (prøve 3)	2000	2,5	<0,002	0,5		<0,01	<0,01
<b>Gjennomsnitt, FY (prøve 1-3)</b>	2000	<b>2,13</b>	<0,002	<b>0,57</b>		<0,01	<0,01
Ytre (prøve 1)	2007	1,66	<0,001	0,371	0,13	<0,02	<0,02
Ytre (prøve 2)	2007	1,07	<0,001	0,236	0,16	<0,02	<0,02
Ytre (prøve 3)	2007	4,13	<0,001	0,293	0,19	<0,02	<0,02
<b>Gjennomsnitt, FY (prøve 1-3)</b>	2007	<b>2,28667</b>	<0,001	<b>0,3</b>	<b>0,16</b>	<0,02	<0,02
Antatt øvre grense for bakgrunnsnivå i torsk		5 <sup>1)</sup>	0,02 <sup>1)</sup>	0,5 <sup>1)</sup>	0,1 <sup>2)</sup>	0,2 <sup>1)</sup>	0,01 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> I følge tabell 19 i Knutzen og Skei (1990), særlig usikre verdier er markert med spørsmålstegn (?).

<sup>2)</sup> I følge SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997) og Knutzen og Skei (1990).



**Tabell 19.** Konsentrasjonen av metaller ( $\mu\text{g/g}$  v.v.) i filet av rødspette innfanget fra indre og ytre område i Ballangsfjorden i 2000 og 2007. Fra de 2 områdene er det analysert 2-3 prøver a 5 fisk.

	Under øvre grense for bakgrunnskonsentrasjon		Over bakgrunnskonsentrasjon
---	--	---	-----------------------------

Område	År	As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb
Indre (prøve 1)	2000	13	<0,002	0,5		<0,01	<0,01
Indre (prøve 2)	2000	7,8	<0,002	0,7		<0,01	<0,01
Indre (prøve 3)	2000	11	<0,002	0,6	0,04	<0,01	<0,01
<b>Gjennomsnitt, FI (prøve 1-3)</b>	2000	<b>10,60</b>	<0,002	<b>0,60</b>		<0,01	<0,01
Indre (prøve 1)	2007	14,1	<0,001	0,502	0,021	0,021	<0,02
Indre (prøve 2)	2007	24,4	<0,001	0,338	0,03	0,02	0,03
Indre (prøve 3)	2007	26,8	<0,001	0,235	0,058	<0,02	<0,02
<b>Gjennomsnitt, FI (prøve 1-3)</b>	2007	<b>21,7667</b>		<b>0,35833</b>	<b>0,04</b>		
Ytre (prøve 1)	2000	29	<0,002	0,5		<0,01	<0,01
Ytre (prøve 2)	2000	23	<0,002	0,6	0,048	<0,01	<0,01
<b>Gjennomsnitt, FY (prøve 1-3)</b>	2000	<b>26,00</b>		<b>0,55</b>			
Ytre (prøve 1)	2007	16,4	<0,001	0,315	0,022	<0,02	<0,02
Ytre (prøve 2)	2007	25,2	<0,001	0,299	0,043	<0,02	<0,02
Ytre (prøve 3)	2007	39,2	0,0004	0,238	0,086	0,006	0,0114
<b>Gjennomsnitt, FY (prøve 1-3)</b>	2007	<b>26,9333</b>		<b>0,284</b>	<b>0,05</b>		
Antatt øvre grense for bakgrunnsnivå i torsk		10? <sup>1)</sup>	0,02 <sup>1)</sup>	1? <sup>1)</sup>	0,1	0,4 <sup>1)</sup>	0,01 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>I følge Knutzen og Skei (1990), særlig usikre verdier er markert med spørsmålstegn.

**Tabell 20.** Konsentrasjonen av metaller ( $\mu\text{g/g}$  v.v.) i filet av sandflyndre innfanget fra indre og ytre område i Ballangsfjorden i 2000 og 2007. I undersøkelsen fra 2000 ble det analysert 1 prøve bestående henholdsvis av 20 (indre) og 15 (ytte) fisk. I undersøkelsen fra 2007 ble det fra hvert område analysert 2-3 prøver hver bestående av materiale fra 3 fisk.

	Under øvre grense for bakgrunnskonsentrasjon		Over bakgrunnskonsentrasjon
---	--	---	-----------------------------



Område	År	As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb
<b>Indre (prøve 1)</b>	<b>2000</b>	<b>4,7</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>0,4</b>	<b>0,095</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>&lt;0,01</b>
Indre (prøve 1)	2007	7,2	<0,001	0,494	0,098	0,055	0,022
Indre (prøve 2)	2007	5,81	<0,001	0,488	0,12	0,034	<0,02
Indre (prøve 3)	2007	10,4	<0,001	0,407	0,1	0,029	<0,02
<b>Gjennomsnitt, FI (prøve 1-3)</b>	2007	<b>7,80333</b>	<0,001	<b>0,463</b>	<b>0,11</b>	<b>0,03933</b>	
<b>Ytre (prøve 1)</b>	<b>2000</b>	<b>10</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>0,4</b>	<b>0,25</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>&lt;0,01</b>
Ytre (prøve 1)	2007	13	<0,001	0,393	0,19	0,02	<0,02
Ytre (prøve 2)	2007	14,4	<0,001	0,413	0,1	<0,02	<0,02
<b>Gjennomsnitt, FY (prøve 1-3)</b>	2007	<b>13,7</b>	<0,001	<b>0,403</b>	<b>0,15</b>		
Antatt øvre grense for bakgrunnsnivå i torsk		10? <sup>1)</sup>	0,02 <sup>1)</sup>	1? <sup>1)</sup>	0,1	0,4 <sup>1)</sup>	0,01 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>I følge Knutzen og Skei (1990), særlig usikre verdier er markert med spørsmålstegn.

### 3.6.1 Metaller og arsen i lever av torsk

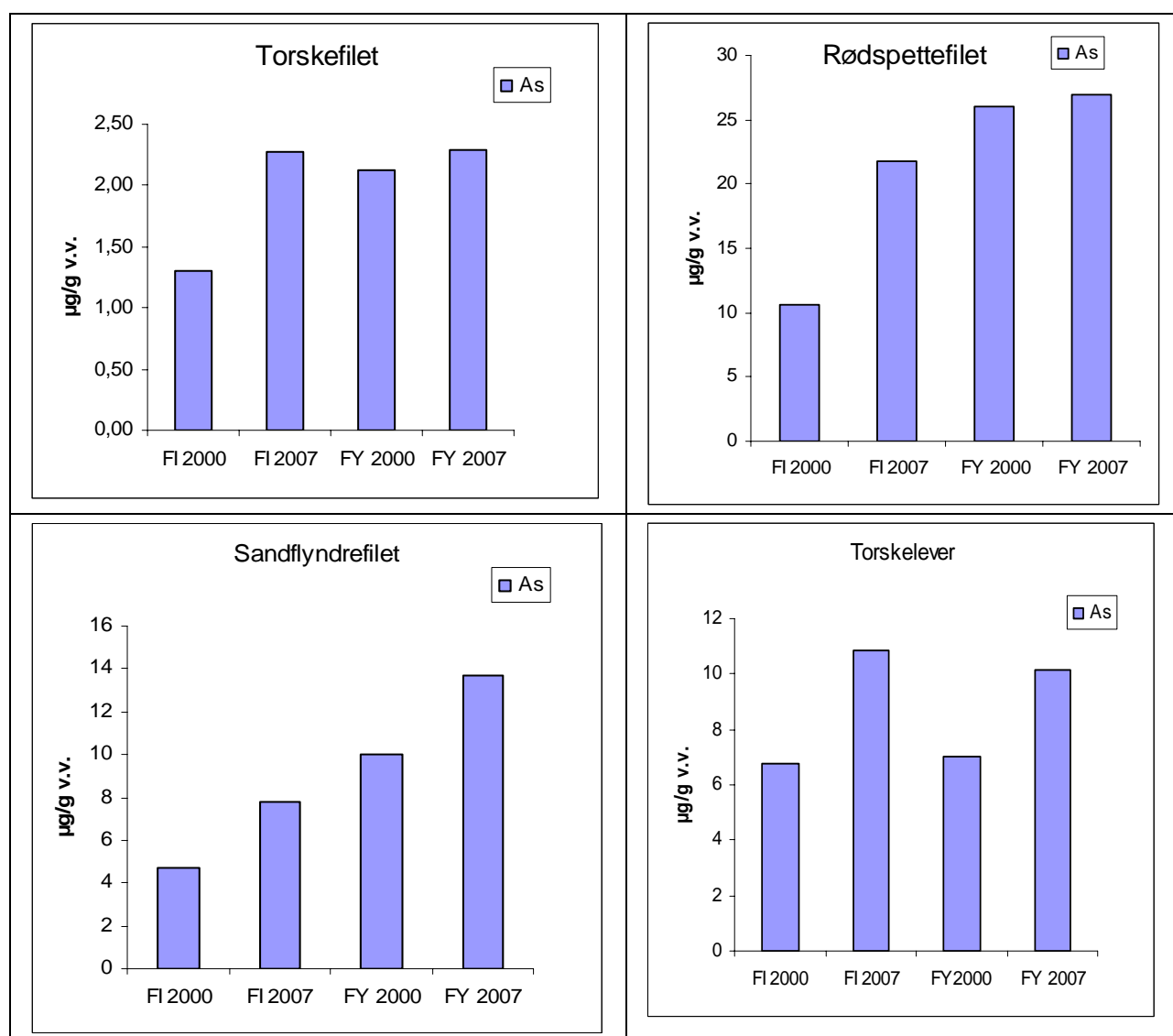
Alle metall- og arsenkonsentrasjoner observert i torskelever med unntak av bly lå lavere eller svært nær antatt bakgrunnsnivå (**Tabell 21**). For bly lå de observerte konsentrasjoner på omtrent det dobbelte av det som er antatt som bakgrunnskonsentrasjon.

**Tabell 21.** Konsentrasjonen av metaller og arsen ( $\mu\text{g/g}$  v.v.) i lever av torsk fra indre og ytre område i Ballangsfjorden. Fra hvert av de 2 områdene er det analysert 3 prøver a 5 fisk.

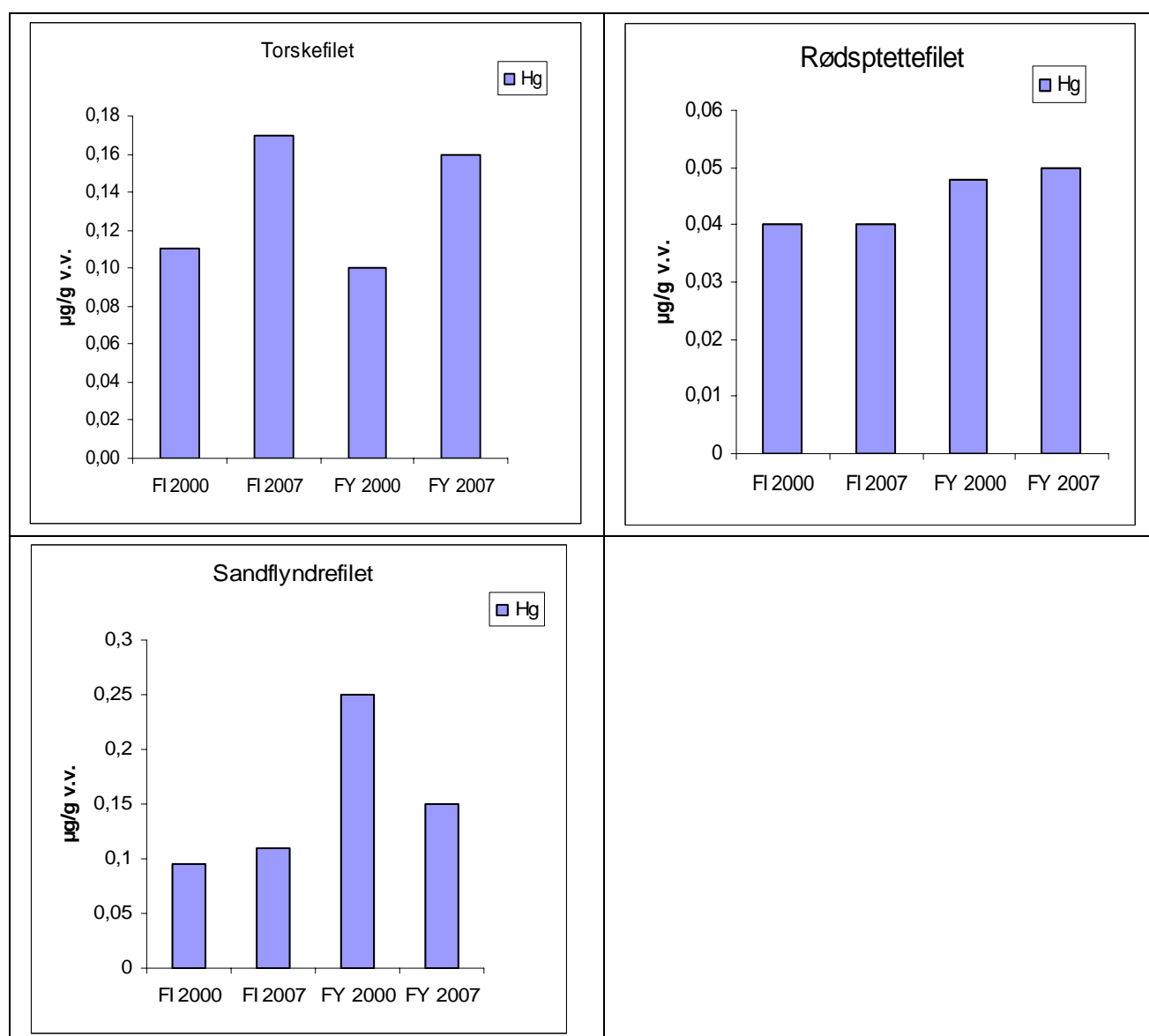
	Under øvre grense for bakgrunnskonsentrasjon		Over bakgrunnskonsentrasjon
---	--	---	-----------------------------

Område	År	As	Cd	Cu	Ni	Pb
Indre (prøve 1)	2000	5,8	0,11	13	0,2	0,2
Indre (prøve 2)	2000	11	0,21	13	0,5	0,1
Indre (prøve 3)	2000	3,5	0,23	9,4	0,4	0,3
<b>Gjennomsnitt, FI (prøve 1-3)</b>	2000	<b>6,77</b>	<b>0,18</b>	<b>11,80</b>	<b>0,37</b>	<b>0,20</b>
Indre (prøve 1)	2007	4,99	0,03	6,46	0,06	0,03
Indre (prøve 2)	2007	22,40	0,05	8,73	0,22	<0,02
Indre (prøve 3)	2007	5,25	0,03	1,82	<0,02	<0,02
<b>Gjennomsnitt, FI (prøve 1-3)</b>	2007	<b>10,88</b>	<b>0,04</b>	<b>5,67</b>	<b>0,14</b>	<b>0,03</b>
Ytre (prøve 1)	2000	10	0,11	7,1	0,2	0,1
Ytre (prøve 2)	2000	5,8	0,064	7,3	0,2	0,4
Ytre (prøve 3)		5,3	0,11	10	0,1	<0,03
<b>Gjennomsnitt, FY (prøve 1-3)</b>	2000	<b>7,03</b>	<b>0,09</b>	<b>8,13</b>	<b>0,17</b>	
Ytre (prøve 1)	2007	9,71	0,03	3,62	0,03	<0,02
Ytre (prøve 2)	2007	5,40	0,02	2,05	<0,02	<0,02
Ytre (prøve 3)	2007	15,30	0,02	4,10	0,02	<0,02
<b>Gjennomsnitt, FY (prøve 1-3)</b>	2007	<b>10,14</b>	<b>0,02</b>	<b>3,26</b>	<b>0,03</b>	
Antatt øvre grense for bakgrunnsnivå i torsk		10 <sup>1)</sup>	0,5? <sup>1)</sup>	10 <sup>1)</sup>	0,5 <sup>1)</sup>	0,1? <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>I følge Knutzen og Skei (1990), særlig usikre verdier er markert med spørsmålstegn.



**Figur 20.** Konsentrasjonen av arsen i fisk innsamlet fra to områder i Ballangsfjorden (FI, FY) i 2000 og 2007.



**Figur 21.** Konsentrasjonen av kvikksølv i fisk innsamlet fra to områder i Ballangsfjorden (FI, FY) i 2000 og 2007.

**Tabell 22.** Tabell som viser hvilke metallkonsentrasjoner som lå under og over antatt bakgrunnsnivå i fisk innsamlet i 2000 og 2007 på to stasjoner i Ballangsfjorden (FI=indre stasjon, FY=ytte stasjon). For metaller som lå over bakgrunnskonsentrasjon er det i parentes angitt et tall som angir hvor mange ganger konsentrasjonen lå over bakgrunn.

Stasjon		Under bakgrunn 2000	Over bakgrunn 2000
<b>FI</b>	<b>Torskefilet</b>	As, Cd, Cu, Ni, Pb	Hg (1,1)
<b>FI</b>	<b>Rødspettefilet</b>	Cd, Cu, Hg, Ni, Pb	As (1,1)
<b>FI</b>	<b>Sandflyndrefilet</b>	As, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb	
<b>FI</b>	<b>Torskelever</b>	As, Cd, Ni	Cu (1,2), Pb (2,0)
<b>FY</b>	<b>Torskefilet</b>	As, Cd, Ni, Pb, Hg	Cu (1,1)
<b>FY</b>	<b>Rødspettefilet</b>	Cd, Cu, Hg, Ni, Pb	As (2,6)
<b>FY</b>	<b>Sandflyndrefilet</b>	As, Cd, Cu, Ni, Pb	Hg (2,5)
<b>FY</b>	<b>Torskelever</b>	As, Cd, Cu, Ni,	Pb?

Stasjon		Under bakgrunn 2007	Over bakgrunn 2007
<b>FI</b>	<b>Torskefilet</b>	As, Cd, Cu, Ni, Pb?	Hg (1,7), Pb?
<b>FI</b>	<b>Rødspettefilet</b>	Cd, Cu, Hg, Ni	As (2,2), Pb?
<b>FI</b>	<b>Sandflyndrefilet</b>	As, Cd, Cu, Ni, Pb?	Hg (1,5), Pb?
<b>FI</b>	<b>Torskelever</b>	Cd, Cu, Ni, Pb	As (1,1)
<b>FY</b>	<b>Torskefilet</b>	As, Cd, Cu, Ni	Hg (1,6), Pb?
<b>FY</b>	<b>Rødspettefilet</b>	Cd, Cu, Hg, Ni	As (2,7), Pb?
<b>FY</b>	<b>Sandflyndrefilet</b>	Cd, Cu, Ni	As (1,3), Hg (1,5), Pb?
<b>FY</b>	<b>Torskelever</b>	Cd, Cu, Ni	As (1,1), Pb?

### 3.7 Spiselighet

I dag hviler arbeidet knyttet til kostholdsråd på flere aktører. Statens forurensningstilsyn (SFT) og andre miljømyndigheter er ansvarlig for utarbeidelse av prøvetakingsprogrammer for fjorder og havner. Forskningsinstitusjoner og konsulenter foretar vanligvis selve prøvetakingsprogrammet og utfører analysene. Mattilsynet og Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) foretar risikovurderingen og utarbeider de endelige kostholdsrådene.

Forekomst av miljøgifter i fisk og skaldyr er bare en del av grunnlaget for de kostholdsråd som gis av Mattilsynet og VKM. Det er ikke bare konsentrasjonen i organismen som er avgjørende, men også den forventede mengden sjømat som konsumeres (eksempelvis en normalkonsument av sjømat). Ut fra konsentrasjon og konsum kan en beregne det totale inntak av den aktuelle miljøgift for så å sammenligne dette med en grenseverdi (tolerabelt uke/daginntak av den aktuelle miljøgift). For en del forbindelser er det på basis av slike vurderinger også utarbeidet grenseverdier for hva som kan tolereres i fiskemat til konsum. Dersom slike grenseverdier overskrides, vil kostholdsråd kunne innføres. Selve risikovurderingen og utarbeidelsen av eventuelle nye kostholdsråd gjøres av Mattilsynet og VKM og ikke av NIVA. I rapporten her har vi presentert resultatene fra analysene av fiskeprøver innsamlet i 2007 og sammenlignet disse med en del eksisterende grenseverdier. Ut fra disse sammenligninger gis noen enkle foreløpige betraktninger relatert til kostholdsråd og spiselighet av fisk.



FNs ekspertgruppe for tilsetningsstoffer og kontaminanter (JECFA) opererer med grenseverdier for tolerabelt livslangt ukentlig inntak (PTWI=Provisional Tolerable Weekly Intake) for forbindelser som har akkumulerende egenskaper og som en ikke kan unngå å få i seg ved konsum av ellers sunn og næringsrik kost.

PTWI oppgis vanligvis som ukentlig inntak av forbindelsen i mg pr kg kroppsvekt. For forbindelser som ikke har akkumuleringssegenskaper (eksempelvis Cu) opererer JECFA med en grenseverdi for tolerabelt daglig inntak (PMTDI). PTWI for Pb, Hg, Cd og samt PMTDI for Cu og As ses i **Tabell 23**.

Fisk og skalldyr er ansett som den dominerende kilde til inntak av arsen via kosten. I fisk opptrer arsen hovedsakelig som ugiftig organisk bundet arsen (eksempelvis arsenobetain og arsenocholin) mens de uorganiske og mest giftige arsenforbindelser kun utgjør noen få prosent og rødspette ennå mindre (0.5 %) (Julshamn, et al. 1988).

For å illustrere betydningen av de observerte konsentrasjoner i skjell og fisk fra Ballangsfjorden for spiselighet har en på basis av maksimale verdier observert i 2007 (**Tabell 23**) beregnet hvor mye en person på 60 kg kan konsumere før anbefalt PTWI/PMTDI nås, forutsatt at dette er eneste kilde og at kun 0,5 % av arseninnholdet i rødspette er knyttet til uorganisk arsen og 5 % for de øvrige fiskearter og skjell (**Tabell 23**).

Arsenninnholdet og kvikksølvinnholdet er de forbindelser/vev som tillater lavest konsum før PTWI oppnås. For bly, kadmium og kobber tillates et klart høyere konsum, særlig av fisk (**Tabell 23**).

Kvikksølvinnholdet i fisk og blåskjell og den relativt lave PTWI-verdien gjør at en ukentlig kan spise opptil ca 0,6 kg torsk- og sandflyndrefilet før det tolerabelt livslangt ukentlig inntaket overskrides. Alle observerte konsentrasjoner av total mengde kvikksølv (**Figur 21**) ligger imidlertid under EUs øvre grense for mattrygghet som for torsk er 0,5 µg/g v.v. (Kommisjonsregulativ EC 2001/446).

I det store å hele tyder resultatene fra analyse av fisk i Ballangsfjorden ikke på at det er spesielle problemer knyttet til konsum av fisk fra fjorden.

**Tabell 23.** Beregninger av hvor mye skjell/fisk som kan konsumeres (for en person på 60 kg) for at en skal nå oppgitte PTWI- og PMTDI-verdier forutsatt at det ikke finner sted annet opptak av de angitte forbindelsene. Datagrunnlag: Observerte maksimale konsentrasjoner i 2007 (middelverdi).

Metall	PTWI (mg/kg/uke)	Blåskjell (kg/uke)	Rødspette filet (kg/uke)	Sandflyndre filet (kg/uke)	Torskelever (kg/uke)	Toskefilet (kg/uke)
Pb	0,025	1,0	50	68,2	50	75
Hg	0,0016	1,2	1,92	0,63	?	0,56
Cd	0,007	0,32	420	210	10,5	210
	PMTDI (mg/kg/dag)	Blåskjell (kg/dag)	Rødspette filet (kg/dag)	Sandflyndre filet (kg/dag)	Torskelever (kg/dag)	Toskefilet (kg/dag)
As	0,002	0,13 <sup>1)</sup>	0,89 <sup>2)</sup>	0,18 <sup>1)</sup>	0,22 <sup>1)</sup>	1,04 <sup>1)</sup>
Cu	0,5	3,24	54,6	74,4	5,3	75

- 1) Beregnet under forutsetning av at 95 % av innholdet av arsen er knyttet til ugiftig organisk bundet arsen.
- 2) Beregnet under forutsetning av at 99,5 % av innholdet av arsen er knyttet til ugiftig organisk bundet arsen.

## 4. Referanser

- Andersen, M., Nissen, A. og Ottesen, R.T., 2004. Utlekkingspotensialet av Noritt fra Ballangen. NGU rapport 2005.033, 9s.
- Berge, J.A., Helland, A., Velvin, R. og Mikkola, F., 1998. Resipientundersøkelser i Ballangfjorden 1997. Vannkvalitet, bunnsedimenter, bløtbunnsfauna og metaller i tang. NIVA-rapport l.nr. 3784, 80s.
- Berge, J.A., Aspholm, O. og Åberg, G., 2001. Resipientundersøkelser i Ballangfjorden 2000. Kildesporing, metallinnhold i fisk og blåskjell samt mulige effekter på fisk. NIVA-rapport l.nr. 4347, 33s.
- Helland, A., 1992. Resipientundersøkelser i Ballangfjorden 1991. Vannkvalitet og metaller i tang. NIVA-rapport l.nr. 2774, 51s.
- Helland, A. og Rygg, B., 1991. Måleprogram i Ballangfjorden. Vannkvalitet, bunnsedimenter, bløtbunnfauna og metaller i tang. NIVA-rapport l.nr. 2523. 72 s.
- Hurlbert, S.N., 1971. The non-concept of species diversity. *Ecology* 53:577-586.
- Iversen, E., Kjærstad, E., Lindgren, K. og Rasmussen, S. 1990. Nikkel Olivin A/S. Konsekvensanalyse for mineralbryting ved Bruvannsfeltet, Ballangen. NIVA-rapport l.nr. 2433, 64s.
- Iversen, E., 2007. Oppfølgende undersøkelser etter nedleggelse av gruvedriften ved Nikkel og Olivin AS, Ballangen kommune. Fysisk/kjemiske undersøkelser i gruveområdet i 2002-2007. NIVA-rapport l. nr 5487, 43s.
- Julshamn, K., Haugsnes, J. og Måge, A., 1988. Arseninnholdet i marine næringsmidlar. Er det eit næringsmiddelhygienisk problem? *Fiskets gang* 25/26, 9-10.
- Knutzen, J. og Skei, J. 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer, samt foreløpige forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rapport l.nr. 2540, 239s.
- Miljøstatus i Norge, Nikkel og Olivin, avrenningsdata  
([http://www.miljostatus.no/templates/pagewide\\_\\_\\_\\_3162.aspx](http://www.miljostatus.no/templates/pagewide____3162.aspx))
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann, SFT-rapport TA 1467/97.
- Nøland, S.-A. og Beck, P.Å., 1994. Resipientundersøkelser i Ballangfjorden, Teknisk Rapport nr. 94-3231 fra Det Norske Veritas Industry CD, 24s.
- Rygg B., 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA report l.no. 4548. 32 pp.
- Shannon, C.E. and Weaver, W., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.

## **5. Vedlegg**

## Vedlegg A. Lengde og vekt av torsk

Art: <b>Torsk</b>			
Lokalitet: <b>Ytre</b>			
	<b>Fisk nr</b>	<b>Lengde (cm)</b>	<b>Vekt (g)</b>
Prøve 1	1	63,0	2407
Prøve 1	2	66,8	3527
Prøve 1	3	66,5	3486
Prøve 1	4	67,2	3359
Prøve 1	5	70,0	3793
Prøve 2	6	70,5	4725
Prøve 2	7	70,8	4320
Prøve 2	8	70,5	4042
Prøve 2	9	71,0	3701
Prøve 2	10	72,2	4036
Prøve 3	11	74,3	3898
Prøve 3	12	76,5	5156
Prøve 3	13	77,0	4950
Prøve 3	14	77,5	3633
Prøve 3	15	78,0	5829
Middelverdi	Prøve 1	71,5	4057
Middelverdi	Prøve 2	71,0	4165
Middelverdi	Prøve 3	76,7	4693

## Vedlegg A (fortsettelse)

Art: <b>Torsk</b>			
Lokalitet: <b>Indre</b>			
	<b>Fisk nr</b>	<b>Lengde (cm)</b>	<b>Vekt (g)</b>
Prøve 1	1	61,8	2346
Prøve 1	2	63,5	2502
Prøve 1	3	67,7	3527
Prøve 1	4	68,8	3319
Prøve 1	5	68,5	3978
Prøve 2	6	71,0	3000
Prøve 2	7	71,2	4050
Prøve 2	8	72,7	3150
Prøve 2	9	76,8	4295
Prøve 2	10	75,5	4590
Prøve 3	11	75,8	4980
Prøve 3	12	76,8	4377
Prøve 3	13	78,0	4886
Prøve 3	14	78,5	5475
Prøve 3	15	87,2	6268
	Prøve 1	72,9	4050
	Prøve 2	73,4	3817
	Prøve 3	79,3	5197

## Vedlegg B. Lengde og vekt av sandflyndre

Art: Sandflyndre			
Lokalitet: Ytre			
	<b>Fisk nr</b>	<b>Lengde (cm)</b>	<b>Vekt (g)</b>
Prøve 1	1	28,5	229
Prøve 1	2	30,3	343
Prøve 1	3	30,0	347
Prøve 2	4	30,9	291
Prøve 2	5	33,5	343
Prøve 2	6	38,0	649
	Prøve 1	29,6	306
	Prøve 2	34,1	428
	Prøve 1-2	31,9	367

Art: Sandflyndre			
Lokalitet: Indre			
	<b>Fisk nr</b>	<b>Lengde (cm)</b>	<b>Vekt (g)</b>
Prøve 1	1	28,6	268
Prøve 1	2	29,0	276
Prøve 1	3	29,7	260
Prøve 2	4	31,4	351
Prøve 2	5	31,5	319
Prøve 2	6	32,3	308
Prøve 3	7	32,8	371
Prøve 3	8	33,0	412
Prøve 3	9	34,0	412
	Prøve 1	29,1	268
	Prøve 2	31,7	326
	Prøve 3	33,3	398
	Prøve 1-3	31,4	331

## Vedlegg C. Lengde og vekt av rødspette

Art: <b>Rødspette</b>			
Lokalitet: <b>Ytre</b>			
	<b>Fisk nr</b>	<b>Lengde (cm)</b>	<b>Vekt (g)</b>
Prøve 1	1	38,5	742
Prøve 1	2	39,1	805
Prøve 1	3	39,3	701
Prøve 1	4	40,4	669
Prøve 1	5	40,5	741
Prøve 2	6	41,0	716
Prøve 2	7	41,4	852
Prøve 2	8	41,3	809
Prøve 2	9	41,5	867
Prøve 2	10	42,3	883
Prøve 3	11	42,8	892
Prøve 3	12	42,5	955
Prøve 3	13	44,0	840
Prøve 3	14	43,2	938
Prøve 3	15	46,3	1172
Middelverdi	Prøve 1	41,6	839
Middelverdi	Prøve 2	41,5	825
Middelverdi	Prøve 3	43,8	959

Art: <b>Rødspette</b>			
Lokalitet: <b>Indre</b>			
	<b>Fisk nr</b>	<b>Lengde (cm)</b>	<b>Vekt (g)</b>
Prøve 1	1	40,8	742
Prøve 1	2	42,4	888
Prøve 1	3	42,0	839
Prøve 1	4	42,5	912
Prøve 1	5	43,0	932
Prøve 2	6	44,0	981
Prøve 2	7	44,3	1043
Prøve 2	8	44,7	965
Prøve 2	9	45,3	1009
Prøve 2	10	49,5	1226
Prøve 3	11	50,1	1447
Prøve 3	12	50,8	1446
Prøve 3	13	50,8	1400
Prøve 3	14	51,7	1567
Prøve 3	15	52,0	1689
Middelverdi	Prøve 1	46,3	1139
Middelverdi	Prøve 2	45,6	1045
Middelverdi	Prøve 3	51,1	1510

## Vedlegg D. Rådata sjøvannsprøver

Resultatet fra analyser foretatt på sjøvannsprøver innsamlet i Ballangsfjorden i 2007.

		<b>TSM</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn/</b>
<b>Stasjon</b>	<b>Dyp</b>	<b>mg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>	<b>µg/l</b>
St. 1	Overflate	0,22	1,2	0,012	0,52	0,53	0,075	3,11
St. 3	Overflate	0,22	1,1	0,011	0,4	0,47	0,055	4,31
St. 5A	Overflate	0,22	1,5	0,014	0,62	0,69	0,1	5,49
St. 5B	Overflate	0,52	1,5	0,013	0,44	3,85	0,098	7,72
St. 7	Overflate	0,24	1,5	0,011	0,2	0,34	0,027	3,19
St. 8	Overflate	0,77	1,7	0,012	0,2	0,28	<0,025	2,28
St. 9	Overflate	0,16	1,4	0,009	0,17	0,26	<0,025	1,2
St. 1	15 m	0,31	1,7	0,011	0,29	0,34	0,099	1,66
St. 3	15 m	0,16	1,5	0,011	0,21	0,33	0,045	1,96
St. 5A	15 m	0,26	1,3	0,012	0,28	0,29	0,083	5,62
St. 7	15 m	0,17	1,6	0,01	0,17	0,26	<0,025	1,41
St. 8	15 m	0,22	1,6	0,009	0,14	0,21	<0,025	0,8
St. 9	15 m	0,21	1,3	0,01	0,17	0,27	<0,025	0,62
St. 3	5 m over bunn	0,21	1,2	0,01	0,22	0,27	0,064	1,84
St. 5A	5 m over bunn	0,25	1,4	0,011	0,22	0,27	0,076	2,12
St. 5B	5 m over bunn	0,19	1,4	0,01	0,25	0,37	0,044	4,74
St. 7	5 m over bunn	0,32	1,2	0,014	0,22	0,25	0,09	4,7
St. 8	5 m over bunn	0,15	1,6	0,015	0,13	0,24	<0,025	5,3
St. 9	5 m over bunn	0,12	1,3	0,014	0,12	0,23	<0,025	2,65



## Vedlegg E. Rådata sediment

Resultater fra analyser foretatt på overflatesediment innsamlet i 2007.

	<b>TTS</b>	<b>&lt;63µm</b>	<b>TOC</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>
<b>Stasjon</b>	<b>%</b>	<b>% t.v.</b>	<b>µg/mg C TS</b>	<b>µg/g t.v.</b>	<b>µg/g t.v.</b>	<b>µg/g t.v.</b>
St. 1	50	72	18,6	62	0,7	14,6
St. 2	60,1	47	11,4	49	0,3	10
St. 3	59,4	78	7,7	37	<0,2	54,8
St. 4	62,8	51	6,3	21	<0,2	10,6
St. 5	62,9	18	9,8	14	<0,2	4,7
St. 6	61,2	65	8,8	8,2	<0,2	5,7
St. 7	63,4	47	6,1	6	<0,2	4
St. 8	43,2	92	11,1	13	<0,2	12,5

	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Li</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
<b>Stasjon</b>	<b>µg/g t.v.</b>	<b>µg/g t.v.</b>	<b>µg/g t.v.</b>	<b>µg/g t.v.</b>	<b>µg/g t.v.</b>	<b>µg/g t.v.</b>
St. 1	55,4	1160	16	113	385	834
St. 2	37,9	720	12	79,1	277	577
St. 3	95,3	209	12	553	70,5	142
St. 4	34,1	126	9,6	98,5	63	96,3
St. 5	20,1	211	9,9	35,9	95	109
St. 6	24,3	93,1	14	33,2	55	82,9
St. 7	17,3	25,4	13,5	12	24	45,8
St. 8	41,7	29,9	40,3	27,8	30	112

## Vedlegg F. Rådata bløtbunnsfauna

**Vedleggstabell F1.** Arter og antall individer pr. grabb på stasjon BA1 i 2007.

GRUPPE	FAMILIE	ART	BA1_G1	BA1_G2	BA1_G3	BA1_G4
ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydi	1			
ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsiidae indet				1
NEMERTINEA		Nemertinea indet	5	4	11	4
POLYCHAETA	Amphinomidae	Amphinomidae indet	1			
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinode jeffreysii				1
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe minuta		1	2	1
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp				1
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce cf. groenlandica			3	
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce groenlandica		1		1
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce sp	1			
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodocidae indet	2			
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata				1
POLYCHAETA	Syllidae	Syllidae indet			2	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys cf. paradoxa			1	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hombergii		1		
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys kersivalensis				1
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys paradoxa		1		
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys sp			1	
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba		1		3
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp			2	1
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	4	4	2	4
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea kefersteini	2			2
POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos armiger	156	203	132	161
POLYCHAETA	Apistobrachidae	Apistobrachus tullbergi	1			
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora cf. quadrilobata	4	1		
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora cf. socialis	5			
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora sp	11		5	4
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp				2
POLYCHAETA	Spionidae	Pygospio elegans	8	4	14	15
POLYCHAETA	Spionidae	Spio cf. filicornis				1
POLYCHAETA	Spionidae	Spio filicornis				1
POLYCHAETA	Spionidae	Spio sp		1		
POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella sp				2
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	12	12	12	31
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulus cirratus	18	10	20	7
POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx sp	5		2	
POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	57	46	41	53
POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella cf. capitata	5	1	2	
POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella sp			14	10
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	269	95	372	90
POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	212	136	252	156
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet			1	
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele oculata	4	1	5	

GRUPPE	FAMILIE	ART	BA1_G1	BA1_G2	BA1_G3	BA1_G4
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria auricoma	1			3
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria koreni			2	
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria sp			1	
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet	3	2	1	
OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet	35	11	23	4
PROSOBRANCHIA	Naticidae	Lunatia alderi			1	
OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philina scabra				1
OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Philina sp	2		1	
BIVALVIA	Mytilidae	Musculus niger				1
BIVALVIA	Cardiidae	Acanthocardia echinata		1		
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium sp		1		
BIVALVIA	Tellinidae	Macoma calcarea	5	4	9	21
BIVALVIA	Arctidae	Arctica islandica	7	2	3	6
BIVALVIA	Myidae	Mya arenaria		1		8
AMPHIPODA	Isaeidae	Protomedeia fasciata	26	14	18	15
OPHIUROIDEA		Ophiuroidea indet	1			

**Vedleggstabell F2.** Arter og antall individer pr. grabb på stasjon BA2 i 2007.

GRUPPE	FAMILIE	ART	BA2 G1	BA2 G2	BA2 G3	BA2 G4
ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydi	2	1		
ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsiidae indet	2	2	1	2
NEMERTINEA		Nemertinea indet	2	1	1	3
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinoe jeffreysii	1			
POLYCHAETA	Syllidae	Syllidae indet	1		3	1
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys ciliata	2	2	4	2
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys kersivalensis	2		4	5
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	1	1	1	2
POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde nordmanni				1
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	2	2	4	4
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp	1	1	1	1
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodurvillea kefersteini			1	
POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos armiger	33	31	19	21
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora sp	2		1	1
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. steenstrupi				1
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	8	5	4	13
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp	13		11	1
POLYCHAETA	Spionidae	Pygospio elegans		1	3	
POLYCHAETA	Spionidae	Spio cf. filicornis	59	1	7	12
POLYCHAETA	Spionidae	Spio filicornis		9		
POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella sp	1			
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	17	23	9	12
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulidae indet		1		
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulus cirratus				1
POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	2	4	3	2
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina acuminata				1
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	75	67	55	16
POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis			1	
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	4	2	3	2
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet		1		
POLYCHAETA	Maldanidae	Petaloproctus sp			2	1
POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine gracilior	41	14	54	45
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele oculata	1	2	7	19
POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia fusiformis		4		
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria auricoma	2	4	2	
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria belgica		2		1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata				2
POLYCHAETA	Terebellidae	Laphania boeckii		1		1
POLYCHAETA	Terebellidae	Proclea graffii	1			
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi	1	1	2	
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus				1
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet	5		6	6
POLYCHAETA	Serpulidae	Ditrupa arietina	16	12	29	17
OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet			1	
PROSOBRANCHIA	Turridae	Oenopota cancellata		2		
PROSOBRANCHIA	Turridae	Oenopota cinerea	1			
OPISTHOBANCHIA	Pyramidellidae	Turbonilla rufa		1	1	

GRUPPE	FAMILIE	ART	BA2_G1	BA2_G2	BA2_G3	BA2_G4
OPISTOBRANCHIA	Acteonidae	Acteon tornatilis			1	
OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Philine scabra	3			
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet		1		
BIVALVIA		Bivalvia indet	2			
BIVALVIA	Nuculidae	Nuculoma tenuis	1	4		
BIVALVIA	Mytilidae	Crenella decussata	1		3	3
BIVALVIA	Mytilidae	Musculus marmoratus		1		1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis			1	
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira gouldi	3	3	6	7
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira pygmaea	1			
BIVALVIA	Astartidae	Astarte cf. sulcata	2	1	1	1
BIVALVIA	Cardiidae	Acanthocardia echinata		1	2	1
BIVALVIA	Cardiidae	Cerastoderma exiguum	2	1		
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum	24	19	6	7
BIVALVIA	Tellinidae	Macoma calcarea	4	5	2	6
BIVALVIA	Arcticidae	Arctica islandica	10	6	6	17
BIVALVIA	Myidae	Mya arenaria	7	3		
BIVALVIA	Hiatellidae	Hiatella arctica		1		1
AMPHIPODA	Lysianassidae	Tryphosites longipes	2			
AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca macrocephala		1		
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	2	3	2	1
AMPHIPODA	Isaeidae	Protomedeia fasciata	5			
AMPHIPODA	Corophiidae	Corophium sp				1
DECAPODA		Zoelarve indet	1			
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis			1	

**Vedleggstabell F3.** Arter og antall individer pr. grabb på stasjon BA3 i 2007.

GRUPPE	FAMILIE	ART	BA3 G1	BA3 G2	BA3 G3	BA3 G4
NEMERTINEA		Nemertinea indet		8	12	10
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinoe jeffreysii	2		6	3
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp		2	1	
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe pallida		1		
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp		1		1
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodocidae indet			1	
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata	3	4	1	
POLYCHAETA	Syllidae	Exogone sp	9	4	11	7
POLYCHAETA	Syllidae	Syllidae indet	1			
POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni			1	
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys ciliata	3	5	5	7
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys sp		1		
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba				1
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera cf. lapidum	1			
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera lapidum			1	
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata			1	
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea kefersteini	1			
POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos armiger	1	1	1	3
POLYCHAETA	Apistobrachidae	Apistobrachus tullbergi			2	
POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea sp				1
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora sp	1	3		1
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	74	76	77	82
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp	39	24	136	92
POLYCHAETA	Spionidae	Scolecopsis foliosa	2	1	6	3
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroeyeri	4			8
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	13	6	6	8
POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	5	9	3	5
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus		1		1
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Flabelligeridae indet				1
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina modesta				1
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina sp	1			
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	100	96	167	146
POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus				1
POLYCHAETA	Maldanidae	Asychis biceps		1		
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	2	1	4	4
POLYCHAETA	Maldanidae	Lumbriclymeninae indet	1		4	
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldane sarsi	1			
POLYCHAETA	Maldanidae	Petaloproctus sp				1
POLYCHAETA	Maldanidae	Petaloproctus tenuis	4			
POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine gracilior		4	5	2
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele oculata	4		18	3
POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia fusiformis	1	1	2	
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria auricoma			1	
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria belgica	1	2	1	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus	1	1	1	2
POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclisippe vanelli	1			
POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugilla wahrbergi			1	2

GRUPPE	FAMILIE	ART	BA3_G1	BA3_G2	BA3_G3	BA3_G4
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides octocirrata	1			
POLYCHAETA	Terebellidae	Neoamphitrite grayi				1
POLYCHAETA	Terebellidae	Phisidia aurea	1			
POLYCHAETA	Terebellidae	Proclea graffii	1			
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi		3	6	8
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus	1			
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet	5	8	15	16
OPISTHOBANCHIA	Scaphandridae	Cylichna alba		1		
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet		2		2
BIVALVIA	Nuculidae	Nuculoma tenuis	2	2	1	
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	4	1	6	7
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira gouldi		2	4	2
CUMACEA	Leuconidae	Leucon nasica			1	1
CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis costata				1
ISOPODA	Gnathidae	Gnathia maxillaris			3	
AMPHIPODA		Amphipoda indet			1	
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus		1		
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei		2		1
ECHINOIDEA	Schizasteridae	Brisaster fragilis	1			

**Vedleggstabell F4.** Arter og antall individer pr. grabb på stasjon BA4 i 2007.

GRUPPE	FAMILIE	ART	BA4 G1	BA4 G2	BA4 G3	BA4 G4
NEMERTINEA		Nemertinea indet	2	10	10	4
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	4	2	9	2
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe minuta				1
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe pallida		2		1
POLYCHAETA	Sigalionidae	Sigalionidae indet	1			
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata				1
POLYCHAETA	Syllidae	Exogone sp	3	8	7	12
POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni			1	1
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys cf. kersivalensis	1			
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys ciliata		2	1	3
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera lapidum		1		3
POLYCHAETA	Onuphidae	Onuphis fiordica		1		
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris sp				1
POLYCHAETA	Arabellidae	Drilonereis filum			1	
POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos armiger	1			
POLYCHAETA	Apistobrachidae	Apistobrachus tullbergi		6		
POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea sp	1	2		
POLYCHAETA	Paraonidae	Cirrophorus cf. lyra	3	16	2	8
POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	3	7	7	4
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	46	68	19	37
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp				1
POLYCHAETA	Spionidae	Scolecopsis foliosa	3		1	2
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroeyeri	1		3	1
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	2	2	3	2
POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx sp				1
POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata		1		
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	3	3	5	3
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	1			
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	1			
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelia cylindrica	11	5	8	8
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	36	97	111	66
POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus		1	1	1
POLYCHAETA	Maldanidae	Asychis biceps	1			1
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet				1
POLYCHAETA	Maldanidae	Petaloproctus sp	1			3
POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine gracilior	1			
POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia fusiformis		1		1
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria auricoma		1		
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amage auricula				1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp	1	1		1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus	5	11	4	12
POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclypsippe vanelli		1		
POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata	1			
POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahrbergi	5	6	1	2
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides octocirrata				1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Samytha sexcirrata		1		
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosanopsis wireni				1



GRUPPE	FAMILIE	ART	BA4_G1	BA4_G2	BA4_G3	BA4_G4
POLYCHAETA	Terebellidae	Amaeana trilobata			2	
POLYCHAETA	Terebellidae	Proclea graffii	5	4	2	4
POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma intestinalis	1		8	5
POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae indet	1			
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemi	8	12	7	4
POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp		1	2	
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet	32	11	6	25
POLYCHAETA	Serpulidae	Ditrupa arietina				1
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	5	7	4	8
BIVALVIA	Nuculidae	Nuculoma tenuis	6	3	5	1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira croulinensis			1	
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis		2	4	1
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira gouldi	7		2	
BIVALVIA	Astartidae	Astarte cf. sulcata	1		1	1
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum	1			
BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	5	2	1	
SCAPHOPODA	Siphonodentaliidae	Siphonodentalium affinis	2			
SCAPHOPODA	Siphonodentaliidae	Siphonodentalium sp				2
ISOPODA	Gnathidae	Gnathia maxillaris				1
AMPHIPODA	Lysianassidae	Tryphosites longipes				2
AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca aequicornis	1			
AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata	9	6	5	5
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus	1			
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	2		2	
SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupi	1			
SIPUNCULIDA		Phascolion strombi	1	2		2
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	2	2		2
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	2			3
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp	1	1		
HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buski		1		

**Vedleggstabell F5.** Sum individer av grupper/slekter pr. stasjon på BA1 og BA2 i 1989, 1997 og 2007.

GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA1_89	BA1_97	BA1_07	BA2_89	BA2_97	BA2_07
ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus			1			3
ANTHOZOA		Cnidaria					1	
ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsiidae		3	1	1	1	7
NEMERTINEA		Nemertinea	35	6	24	1	5	7
POLYCHAETA	Amphinomidae	Amphinomidae			1			
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinoe			1			1
POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana	3					
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe	1	25			28	
POLYCHAETA	Polynoidae	Polynoidae						
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe	22	21	4	22	21	
POLYCHAETA	Sigalionidae	Sigalionidae						
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone	6	72	1	1	34	
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eumida						
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce	193	224	6		192	
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodocidae			2	2		
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra		4	1			
POLYCHAETA	Syllidae	Exogone						
POLYCHAETA	Syllidae	Syllidae			2			5
POLYCHAETA	Syllidae	Syllis		1			2	
POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale						
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys		1	5	2	2	21
POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodorum						
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera	1	4	7	3	15	5
POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde						1
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada	2	23	14		28	12
POLYCHAETA	Onuphidae	Nothria						
POLYCHAETA	Onuphidae	Onuphis				1		
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris				1		4
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Scoletoma					2	
POLYCHAETA	Arabellidae	Drilonereis						
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha	5					
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Parougia		3			6	
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorrillea			4			1
POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos	114	138	652	112	133	104
POLYCHAETA	Apistobranchidae	Apistobranchus	5		1		1	
POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea						
POLYCHAETA	Paraonidae	Cirrophorus						
POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia						
POLYCHAETA	Paraonidae	Paraonis						
POLYCHAETA	Spionidae	Laonice						
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora/Pseudopolydora	162	137	32	1	11	29
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio	1			1		31
POLYCHAETA	Spionidae	Pygospio			41			4
POLYCHAETA	Spionidae	Scolecipis						
POLYCHAETA	Spionidae	Spio	445	1020	3	150	1058	88
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes						

GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA1_89	BA1_97	BA1_07	BA2_89	BA2_97	BA2_07
POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella			2			1
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone	958	1019	67	14	156	61
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulidae						1
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulus	38	10	55	1		1
POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx			7	2		
POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura	3	5	197			11
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada						
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus						
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Flabelligeridae						
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia						
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma						
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregmidae						
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina						1
POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella	12	16	32			
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus/Mediomastus	1882	826	1582	23	361	214
POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus						
POLYCHAETA	Maldanidae	Asychis						
POLYCHAETA	Maldanidae	Clymenura						
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene						
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae			1		3	11
POLYCHAETA	Maldanidae	Lumbriclymeninae						
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldane						
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae						1
POLYCHAETA	Maldanidae	Petaloproctus						3
POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella					10	
POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine					7	154
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele		169	10		590	29
POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia					7	4
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria	9	6	7	2	20	11
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amage						
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete						
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amphicteis						
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides						
POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysippe						
POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna					3	2
POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga						
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides					11	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Samytha						
POLYCHAETA	Ampharetidae	Samythella						
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosanopsis						
POLYCHAETA	Terebellidae	Amaeana						
POLYCHAETA	Terebellidae	Amphitritinae						
POLYCHAETA	Terebellidae	Lanassa						
POLYCHAETA	Terebellidae	Laphania						2
POLYCHAETA	Terebellidae	Leaena						
POLYCHAETA	Terebellidae	Neoamphitrite						
POLYCHAETA	Terebellidae	Phisidia						
POLYCHAETA	Terebellidae	Pista						
POLYCHAETA	Terebellidae	Proclea						1

GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA1_89	BA1_97	BA1_07	BA2_89	BA2_97	BA2_07
POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma						
POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae	1					
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides						4
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus						1
POLYCHAETA	Sabellidae	Chone						
POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone		21		2	13	
POLYCHAETA	Sabellidae	Laonome	9	8		1	13	
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabella						
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae			6			17
POLYCHAETA	Serpulidae	Ditrupe				1		74
POLYCHAETA	Serpulidae	Hydroides						
OLIGOCHAETA		Oligochaeta			73			1
PROSOBRANCHIA	Lacunidae	Lacuna	1					
PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Rissoa	1					
PROSOBRANCHIA	Naticidae	Lunatia			1		4	
PROSOBRANCHIA	Naticidae	Natica	1					
PROSOBRANCHIA	Eulimidae	Haliella						
PROSOBRANCHIA	Buccinidae	Buccinum	1	1				
PROSOBRANCHIA	Cancellariidae	Admete						
PROSOBRANCHIA	Turridae	Oenopota	1	1		1	2	3
OPISTHOBANCHIA	Pyramidellidae	Turbonilla						2
OPISTHOBANCHIA	Acteonidae	Acteon						1
OPISTHOBANCHIA	Philine	Philine	3	11	4	3	45	3
OPISTHOBANCHIA	Scaphandridae	Cylicna						
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata					1	1
BIVALVIA		Bivalvia						2
BIVALVIA	Nuculidae	Nucula						
BIVALVIA	Nuculidae	Nuculoma					38	5
BIVALVIA	Nuculanidae	Nuculana						
BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella						
BIVALVIA	Mytilidae	Crenella						7
BIVALVIA	Mytilidae	Dacrydium						
BIVALVIA	Mytilidae	Musculus	3		1		2	2
BIVALVIA	Arcidae	Bathyarca						
BIVALVIA	Pectinidae	Delectopecten						
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira	174	2			74	21
BIVALVIA	Lasaeidae	Mysella						
BIVALVIA	Astartidae	Astarte						5
BIVALVIA	Cardiidae	Acanthocardia			1			4
BIVALVIA	Cardiidae	Cerastoderma						3
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium		2	1	5	1	56
BIVALVIA	Tellinidae	Macoma	72	16	39	10	46	17
BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra						
BIVALVIA	Arcticidae	Arctica	2	13	18	1	1	39
BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella						
BIVALVIA	Myidae	Mya	11	9	9	3	1	10
BIVALVIA	Corbulidae	Corbula		1				
BIVALVIA	Hiattellidae	Hiattella	4					2
BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria						

GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA1_89	BA1_97	BA1_07	BA2_89	BA2_97	BA2_07
SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis						
SCAPHOPODA	Dentaliidae	Dentalium						
SCAPHOPODA	Entalinidae	Entalina						
SCAPHOPODA	Siphonodentaliidae	Siphonodentalium						
OSTRACODA		Ostracoda						
OSTRACODA	Cypridinidae	Cypridina						
CUMACEA	Leuconidae	Eudorella						
CUMACEA	Leuconidae	Leucon						
CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis						
CUMACEA	Diastylidae	Diastylis						
CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes						
TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea					1	
ISOPODA	Gnathidae	Gnathia					1	
ISOPODA	Parasellidae	Eurycope						
ISOPODA	Parasellidae	Ianira						
ISOPODA	Parasellidae	Pleurogonium	2	1				
AMPHIPODA		Amphipoda						
AMPHIPODA	Lysianassidae	Hippomedon					1	
AMPHIPODA	Lysianassidae	Lysianassidae				1		
AMPHIPODA	Lysianassidae	Tmetonyx						
AMPHIPODA	Lysianassidae	Tryphosites				2		2
AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca						1
AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampeliscidae						
AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa						
AMPHIPODA	Haustoriidae	Urothoe						
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Arrhis				3		
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon						
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Monoculodes						
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Paroediceros						
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Synchelidium						
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla					3	8
AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia						
AMPHIPODA	Melphidippidae	Melphidippa						
AMPHIPODA	Synopiidae	Bruzellus						
AMPHIPODA	Atylidae	Atylus						
AMPHIPODA	Isaeidae	Protomedea	37	73	28	10	5	
AMPHIPODA	Corophiidae	Corophium	1					1
AMPHIPODA	Ischyroceridae	Erichthonius						
AMPHIPODA	Podoceridae	Dyopetos	4				13	
AMPHIPODA	Podoceridae	Laetmatophilus						
AMPHIPODA	Caprellidae	Phtisica	1					
DECAPODA		Decapoda					1	
DECAPODA		Zoealarve						1
DECAPODA	Paguridae	Paguridae						
DECAPODA	Paguridae	Pagurus	1					
SIPUNCULIDA		Onchnesoma						
SIPUNCULIDA		Phascolion						
SIPUNCULIDA		Sipunculida					1	
BRACHIOPODA		Brachiopoda						

GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA1_89	BA1_97	BA1_07	BA2_89	BA2_97	BA2_07
BRACHIOPODA		Waldheimia						
ASTEROIDEA		Asteroidea						
OPHIUROIDEA		Ophiuroidea	4	2	1		1	
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura						1
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiocten						
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura	31	5			5	
ECHINOIDEA	Strongylocentrotidae	Strongylocentrotus						
ECHINOIDEA	Schizasteridae	Brisaster						
ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium						
HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax						

**Vedleggstabell F6.** Sum individer av grupper/slekter pr. stasjon på BA3 og BA4 i 1989, 1997 og 2007.

GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA3 89	BA3 97	BA3 07	BA4 89	BA4 97	BA4 07
ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus						
ANTHOZOA		Cnidaria		4				
ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsiidae						
NEMERTINEA		Nemertinea	2	13	30	20	3	26
POLYCHAETA	Amphinomidae	Amphinomidae						
POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome			11	2	3	17
POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana						
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe	1	4	3	1		
POLYCHAETA	Polynoidae	Polynoidae					1	
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe	7	8	1	6	4	4
POLYCHAETA	Sigalionidae	Sigalionidae						1
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone		2	2	1	1	
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eumida				2		
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce	1	1			2	
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodocidae	1		1	1		
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra			8			1
POLYCHAETA	Syllidae	Exogone	23	13	31	7		30
POLYCHAETA	Syllidae	Syllidae			1			
POLYCHAETA	Syllidae	Syllis		1				
POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale			1			2
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys	6	25	21	6	11	7
POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodorum				1	1	
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera	9		3	1		4
POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde						
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada	1	42	1		5	
POLYCHAETA	Onuphidae	Nothria	2			3	6	
POLYCHAETA	Onuphidae	Onuphis				5		1
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris	1			2	1	1
POLYCHAETA	Lumbrineridae	Scoletoma		1				
POLYCHAETA	Arabellidae	Drilonereis						1
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha						
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Parougia						
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Protodorvillea			1			
POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos	7	112	6			1
POLYCHAETA	Apistobranchidae	Apistobranchus			2			6
POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea	1	6	1	5	1	3
POLYCHAETA	Paraonidae	Cirrophorus						29
POLYCHAETA	Paraonidae	Levensenia						21
POLYCHAETA	Paraonidae	Paraonis				1	1	
POLYCHAETA	Spionidae	Laonice	2			1		
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora/Pseudopolydora	14	85	296	4	1	1
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio	359	285	309	111	130	170
POLYCHAETA	Spionidae	Pygospio						
POLYCHAETA	Spionidae	Scolecipis			12			6
POLYCHAETA	Spionidae	Spio	10	34		1	2	

GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA3_89	BA3_97	BA3_07	BA4_89	BA4_97	BA4_07
POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes			12	9		5
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cauleriella						
POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone	5	7	33	6	74	9
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulidae						
POLYCHAETA	Cirratulidae	Cirratulus					4	
POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx		1			1	1
POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura	3	1	22			1
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada				1	8	
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus			2			14
POLYCHAETA	Flabelligeridae	Flabelligeridae			1			
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia				1	1	1
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma		1		6		1
POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregmidae				1		
POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina	1		2			32
POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella						
POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus/Mediomastus	3	1650	509	18	444	310
POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus			1	12		3
POLYCHAETA	Maldanidae	Asychis	2		1	22		2
POLYCHAETA	Maldanidae	Clymenura				23		
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene	4			7		
POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae			11			
POLYCHAETA	Maldanidae	Lumbriclymeninae			5			
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldane	3	66	1		1	
POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae				2		1
POLYCHAETA	Maldanidae	Petaloproctus	6	5	5	1	1	4
POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella		1				
POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine	12	15	11	1	2	1
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele		807	25		27	
POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia		7	4			2
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria	3	15	5		2	1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amage	5	5		12	2	1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete						3
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amphicteis				1	3	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides			5			32
POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysippe			1			1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna						1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga			3			14
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides			1	1	3	1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Samytha						1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Samythella	1	16		1	3	
POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosanopsis						1
POLYCHAETA	Terebellidae	Amaeana						2
POLYCHAETA	Terebellidae	Amphitritinae				9		
POLYCHAETA	Terebellidae	Lanassa	4			61		
POLYCHAETA	Terebellidae	Laphania	1					
POLYCHAETA	Terebellidae	Leaena				1		
POLYCHAETA	Terebellidae	Neoamphitrite			1			
POLYCHAETA	Terebellidae	Phisidia			1			
POLYCHAETA	Terebellidae	Pista				72		



GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA3_89	BA3_97	BA3_07	BA4_89	BA4_97	BA4_07
POLYCHAETA	Terebellidae	Proclea	5		1	13		15
POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma				105		14
POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae				1	1	1
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides	5		17	7		31
POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus			1			
POLYCHAETA	Sabellidae	Chone	17	2		25		
POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone	1	4		2		3
POLYCHAETA	Sabellidae	Laonome				2		
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabella		3			6	
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae		8	44			74
POLYCHAETA	Serpulidae	Ditrupa						1
POLYCHAETA	Serpulidae	Hydroides				1		
OLIGOCHAETA		Oligochaeta						
PROSOBRANCHIA	Lacunidae	Lacuna						
PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Rissoa						
PROSOBRANCHIA	Naticidae	Lunatia					2	
PROSOBRANCHIA	Naticidae	Natica						
PROSOBRANCHIA	Eulimidae	Haliella					1	
PROSOBRANCHIA	Buccinidae	Buccinum						
PROSOBRANCHIA	Cancellariidae	Admete				1		
PROSOBRANCHIA	Turridae	Oenopota	1					
OPISTOBRANCHIA	Pyramidellidae	Turbonilla						
OPISTOBRANCHIA	Acteonidae	Acteon						
OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Philine	1	3		4	3	
OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna			1	1		
CAUDOFOVEATA		Caudofoveata	2	6	4	8	16	24
BIVALVIA		Bivalvia						
BIVALVIA	Nuculidae	Nucula				6		
BIVALVIA	Nuculidae	Nuculoma	4	11	5			15
BIVALVIA	Nuculanidae	Nuculana	1	1			2	
BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella	8	4		87	1	
BIVALVIA	Mytilidae	Crenella				2		
BIVALVIA	Mytilidae	Dacrydium	2			2		
BIVALVIA	Mytilidae	Musculus					1	
BIVALVIA	Arcidae	Bathyarca	1					
BIVALVIA	Pectinidae	Delectopecten					1	
BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira	23	75	26	143	2	17
BIVALVIA	Lasaeidae	Mysella				1		
BIVALVIA	Astartidae	Astarte	3			9	1	3
BIVALVIA	Cardiidae	Acanthocardia						
BIVALVIA	Cardiidae	Cerastoderma						
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium	2			13		1
BIVALVIA	Tellinidae	Macoma		29			2	
BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra		2		7	1	8
BIVALVIA	Arcticidae	Arctica						
BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella				1		
BIVALVIA	Myidae	Mya						
BIVALVIA	Corbulidae	Corbula						
BIVALVIA	Hiatellidae	Hiatella						

GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA3_89	BA3_97	BA3_07	BA4_89	BA4_97	BA4_07
BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria	1			3		
SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis		1			7	
SCAPHOPODA	Dentaliidae	Dentalium	1			1		
SCAPHOPODA	Entalinidae	Entalina				9		
SCAPHOPODA	Siphonodentaliidae	Siphonodentalium						4
OSTRACODA		Ostracoda		1				
OSTRACODA	Cypridinidae	Cypridina				5		
CUMACEA	Leuconidae	Eudorella		3		3	1	
CUMACEA	Leuconidae	Leucon	1	7	2		6	
CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis			1	1		
CUMACEA	Diastylidae	Diastylis	1			1	4	
CUMACEA	Diastylidae	Diastylodes	1	8		6	2	
TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea	4			12		
ISOPODA	Gnathidae	Gnathia	1		3	1	5	1
ISOPODA	Parasellidae	Eurycope				1		
ISOPODA	Parasellidae	Ianira				1		
ISOPODA	Parasellidae	Pleurogonium						
AMPHIPODA		Amphipoda			1			
AMPHIPODA	Lysianassidae	Hippomedon	2	7				
AMPHIPODA	Lysianassidae	Lysianassidae				1	1	
AMPHIPODA	Lysianassidae	Tmetonyx	1					
AMPHIPODA	Lysianassidae	Tryphosites		5				2
AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca	15			14	2	1
AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampeliscidae				1		
AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa				8	7	25
AMPHIPODA	Haustoriidae	Urothoe	2					
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Arrhois	8	2				
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon			1	1		1
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Monoculodes		2				
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Paroediceros	2			1		
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Synchelidium	1					
AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla						4
AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia				6	2	
AMPHIPODA	Melphidippidae	Melphidippa		1				
AMPHIPODA	Synopiidae	Bruzellius				1		
AMPHIPODA	Atylidae	Atylus	1					
AMPHIPODA	Isaeidae	Protomedeia						
AMPHIPODA	Corophiidae	Corophium						
AMPHIPODA	Ischyroceridae	Erichthonius					1	
AMPHIPODA	Podoceridae	Dyopodos		2				
AMPHIPODA	Podoceridae	Laetmatophilus		8		1	4	
AMPHIPODA	Caprellidae	Phtisica					2	
DECAPODA		Decapoda		1			2	
DECAPODA		Zoealarve						
DECAPODA	Paguridae	Paguridae		2			1	
DECAPODA	Paguridae	Pagurus						
SIPUNCULIDA		Onchnesoma				24		1
SIPUNCULIDA		Phascolion	2	1		6	4	5
SIPUNCULIDA		Sipunculida						

GRUPPE	FAMILIE	SLEKT	BA3_89	BA3_97	BA3_07	BA4_89	BA4_97	BA4_07
BRACHIOPODA		Brachiopoda					1	
BRACHIOPODA		Waldheimia	2					
ASTEROIDEA		Asteroidea				1		
OPHIUROIDEA		Ophiuroidea		7			5	
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura			3		2	11
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiocten				1		
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura	10	2		17	3	2
ECHINOIDEA	Strongylocentrotidae	Strongylocentrotus					1	
ECHINOIDEA	Schizasteridae	Brisaster		1	1			
ECHINOIDEA	Loveniidae	Echinocardium		5			16	
HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax				14		1

## Vedlegg G. Rådata grisetang

Tørstoffinnhold (TTS) og konsentrasjonen av metaller i grisetang ( $\mu\text{g/g t.v.}$ ) fra Ballangsområde. Tangen ble innsamlet i perioden 13-16/4-2007.

Stasjon	TTS/%	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Pr 1	34,2	39,6	0,15	0,631	0,23	10,1	1,99	0,333	72,6
Pr 2	31,7	41,2	0,133	0,365	0,17	3,19	0,825	0,209	34,4
Pr 3	30,8	44,1	0,165	0,418	0,45	2,1	0,868	0,183	27,5
Pr 4A	33,5	41,4	0,141	0,783	1,61	22,9	2,86	1,17	78,4
Pr 4B	35	39,6	0,112	2,92	0,98	10,1	10,6	0,573	43,9
Pr 5	31,7	35,8	0,122	0,919	0,41	6,89	2,51	0,272	40,6
Pr 6	34,1	44,6	0,142	0,464	0,28	3,11	1,3	0,122	31,9
Pr 11	34	36,9	0,158	0,727	0,45	22,1	2,64	1,49	135
Pr 12	33,1	38,4	0,163	0,992	0,45	17,3	4,62	2	138
Steinfylling vest	31,3	38	0,213	1,84	0,73	30,1	15	3,19	232
Steinfylling øst	35,1	38,6	0,256	1,41	0,94	17,3	14,9	1,51	171

## Vedlegg H. Rådata blåskjell

Rådata for analyser foretatt på blåskjell fra Ballngsfjorden i 2007

	<b>TTS</b>	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cu</b>	<b>Hg</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>
<b>Stasjon</b>	<b>%</b>	<b>µg/g v.v.</b>	<b>µg/g v.v.</b>	<b>µg/g v.v.</b>	<b>µg/g v.v.</b>	<b>µg/g v.v.</b>	<b>µg/g v.v.</b>
<b>FØ</b>	16,9	2,85	0,185	1,36	0,008	0,675	1,4
<b>FV</b>	15,9	2,9	0,216	1,47	0,009	1,34	1,49
<b>BI</b>	17,5	2,97	0,229	1,49	0,009	0,461	0,39
<b>BM</b>	16	2,39	0,13	1,19	0,01	0,5	0,206
<b>BY</b>	15,3	2,63	0,115	1,11	0,012	1,12	0,285

## Vedlegg I. Rådata fisk

Resultatet fra analyser foretatt på fisk fra Ballingsfjorden i 2007.

Vevstype: F=filet, L=lever, i.a.=ikke analysert

				As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb
Stasjon	Fiskeslag	Vevstype	Prøve nr	µg/g v.v.	µg/g v.v.	µg/g v.v.	µg/g v.v.	µg/g v.v.	µg/g v.v.
FY	Sandflyndre	F	1	13	<0,001	0,393	0,19	0,02	<0,02
FY	Sandflyndre	F	2	14,4	<0,001	0,413	0,1	<0,02	<0,02
FI	Sandflyndre	F	1	7,2	<0,001	0,494	0,098	0,055	0,022
FI	Sandflyndre	F	2	5,81	<0,001	0,488	0,12	0,034	<0,02
FI	Sandflyndre	F	3	10,4	<0,001	0,407	0,1	0,029	<0,02
FY	Torsk	L	1	9,71	0,0271	3,62	i.a.	0,03	<0,02
FY	Torsk	L	2	5,4	0,018	2,05	i.a.	<0,02	<0,02
FY	Torsk	L	3	15,3	0,0232	4,1	i.a.	0,024	<0,02
FI	Torsk	L	1	4,99	0,0322	6,46	i.a.	0,059	0,031
FI	Torsk	L	2	22,4	0,0531	8,73	i.a.	0,223	<0,02
FI	Torsk	L	3	5,25	0,0274	1,82	i.a.	<0,02	<0,02
FY	Rødspette	F	1	16,4	<0,001	0,315	0,022	<0,02	<0,02
FY	Rødspette	F	2	25,2	<0,001	0,299	0,043	<0,02	<0,02
FY	Rødspette	F	3	39,2	0,0004	0,238	0,086	0,006	0,0114
FI	Rødspette	F	1	14,1	<0,001	0,502	0,021	0,021	<0,02
FI	Rødspette	F	2	24,4	<0,001	0,338	0,03	0,02	0,03
FI	Rødspette	F	3	26,8	<0,001	0,235	0,058	<0,02	<0,02
FY	Torsk	F	1	1,66	<0,001	0,371	0,13	<0,02	<0,02
FY	Torsk	F	2	1,07	<0,001	0,236	0,16	<0,02	<0,02
FY	Torsk	F	3	4,13	<0,001	0,293	0,19	<0,02	<0,02
FI	Torsk	F	1	2	<0,001	0,54	0,12	<0,02	<0,02
FI	Torsk	F	2	3,9	<0,001	0,295	0,22	<0,02	<0,02
FI	Torsk	F	3	0,922	<0,001	0,307	0,17	<0,02	<0,02